



Kapadokya Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü  
Odyoloji Anabilim Dalı

# **PRESBİAKUZİ TANISI ALMIŞ BİREYLERDE ÖN VESTİBÜLER DEĞERLENDİRME**

Eda EROL

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2023



# PRESBİAKUZİ TANISI ALMIŞ BİREYLERDE ÖN VESTİBÜLER DEĞERLENDİRME

Eda EROL

Kapadokya Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü  
Odyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2023

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince deneyimi, bilgisi ve içtenliği ile beni destekleyen, yardımlarını esirgemeyen çok değerli danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Ali Osman AKSOY'a,

Akademik hayatımın her adımında yanımda olan, ne zaman başım sıkışsa yardımına koşan, güler yüzü ve enerjisi ile desteklerini esirgemeyen, bana yol gösteren sevgili hocam Dr. Öğretim Üyesi Öznur YİĞİT'e,

Meslek hayatıma adım attığım ilk günden bu yana sonsuz sevgi, güven ve anlayışı ile her daim yanımda olan, bilgisi, tecrübesi ve içtenliği ile bana yol gösteren, hayatımda yadsınamayacak derecede ayrı bir yere sahip, en büyük destekçim canım ablam Ody. Seçil TUNCA'ya,

Birlikte çıktığımız bu yolda her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen dönem arkadaşım Ody. Ayşe ATİK'e,

Tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen mesai arkadaşlarım Ody. Büşra KALA ve Ody. Yusuf DİNÇ'e,

Hayatım boyunca aldığım tüm kararlarda beni destekleyen, yanımda duran, bana inanan, güvenen ve güç veren, yolumu aydınlatan, sevgilerini her zaman hissettiğim babam Mustafa EROL, annem Aynur EROL, ablam Yasemin ERDAL, eniştem Mustafa ERDAL ve kardeşim Mehmet EROL'a,

Her zaman olduğu gibi bu süreçte de varlıklarıyla bana enerji veren canım yeğenlerim Ali İhsan, Eymen Bera ve ailemizin en küçük üyesi Mustafa Atlas'a,

Lisanüstü eğitimimin her anına tanık olan, üzüntümü, sevincimi sorgusuz sualsiz paylaşabildiğim, başarı ve mutluluğum için çaba gösteren, sonsuz bir anlayış ve sevgiyle hep yanımda olan yegane insan, yol arkadaşım Alperen ORHAN'a,

Saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

EROL, Eda. *Presbiakuzi Tanısı Almış Bireylerde Ön Vestibüler Değerlendirme*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2023.

Presbiakuzi olarak da adlandırılan yaşa bağlı işitme kaybı, işitme duyusunun kademeli olarak azalması, gürültülü ortamlarda konuşmayı ayırt etmede zorlanma ve ses lokalizasyonunun bozulması ile karakterize işitme bozukluğudur. Bu çalışmayla, presbiakuzi tanısı almış bireylerde işitme kaybının denge üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmaya yaş ortalaması  $69.60 \pm 3.42$  (65 – 75) olan 63'ü (45) kadın, 77'si (55) erkek toplam 140 birey dahil edilmiştir. Çalışma grubuna 31'i (38.8) kadın, 49'u (61.2) erkek toplam 80 birey dahil edilmiştir. Örneklem büyüklüğü, çalışmanın istatistiksel gücünü ve anlam seviyesini dikkate alarak belirlenmiştir. Kontrol grubuna ise 32'si (50.8) kadın, 28'i (36.4) erkek 60 birey dahil edilmiştir. Çalışmada, katılımcılara Presbiakuzi hastalığının değerlendirilmesi için otoskopik muayeneler, odyolojik tetkikler ve subjektif vestibüler değerlendirme testleri yapılmıştır. Ayrıca, katılımcılara Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ve Berg Denge Ölçeği uygulanmıştır. Bulgular, sağ ve sol kulaktaki işitme kaybı derecesinin Vestibülospinal Refleks (VSR) test sonuçlarına ve denge ölçeklerine olan etkisini incelemiştir. Sağ kulaktaki işitme kaybı hafif-orta ve orta-ileri derece arasında Romberg, Fukuda ve Babinski Weil test sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak, sol kulaktaki orta-ileri derece işitme kaybı yaşayanlarda Babinski Weil testinde sapma oranının hafif-orta işitme kaybı olanlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ve Berg Denge Ölçeği sonuçlarına göre de sol kulaktaki orta-ileri derece işitme kaybı olanların düşme riski oranının hafif-orta işitme kaybı olanlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, sol kulaktaki orta-ileri derece işitme kaybının denge üzerinde daha fazla etkisi olduğunu göstermektedir. Özellikle Babinski Weil testindeki sapma oranının ve Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile Berg Denge Ölçeği sonuçlarının orta-ileri derece işitme kaybı olan hastalarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, Presbiakuzi tanısı almış hastalarda işitme kaybının denge ve baş dönmesi üzerindeki etkisini anlamamıza yardımcı olabilir.

### Anahtar Sözcükler

Presbiakuzi, yaşa bağlı işitme kaybı, işitme kaybı, düşme

## ABSTRACT

EROL, Eda. *Preliminary Vestibular Evaluation in Individuals Diagnosed with Presbycusis*, Master's Thesis, Nevşehir, 2023.

Age-related hearing loss, also called presbycusis, is a hearing disorder characterized by a gradual decrease in hearing, difficulty in distinguishing speech in noisy environments, and deterioration of sound localization. In this study, it was aimed to determine the effect of hearing loss on balance in individuals diagnosed with presbycusis. For this purpose, a total of 140 individuals, 63 (45) women and 77 (55) men, with a mean age of  $69.60 \pm 3.42$  (65 - 75) were included in the study. A total of 80 individuals, 31 (38.8) women and 49 (61.2) men, were included in the study group. The sample size was determined by considering the statistical power and significance level of the study. The control group included 60 individuals, 32 (50.8) women and 28 (36.4) men. In the study, otoscopic examinations, audiological examinations and subjective vestibular assessment tests were performed for the evaluation of Presbycusis disease. In addition, the Balance/Dizziness Disability Scale and the Berg Balance Scale were administered to the participants. The findings examined the effect of the degree of hearing loss in the right and left ears on Vestibulospinal Reflex (VSR) test results and balance scales. No statistically significant difference was found in the Romberg, Fukuda and Babinski Weil test results between mild-moderate and moderate-to-severe hearing loss in the right ear. However, it was determined that the deviation rate in Babinski Weil test was significantly higher in those with moderate to severe hearing loss in the left ear than in those with mild to moderate hearing loss. According to the Balance/Dizziness Disability Scale and Berg Balance Scale results, it was found that the risk of falling in those with moderate to severe hearing loss in the left ear was significantly higher than those with mild to moderate hearing loss. These findings suggest that moderate to severe hearing loss in the left ear has a greater effect on balance. In particular, the deviation rate in Babinski Weil test and Balance/Dizziness Disability Scale and Berg Balance Scale results were found to be higher in patients with moderate to severe hearing loss. These results may help us to understand the effect of hearing loss on balance and dizziness in patients diagnosed with Presbycusis.

### Keywords

Presbycusis, age-related hearing loss, hearing loss, falls

## İÇİNDEKİLER

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KABUL VE ONAY .....</b>                                  | <b>iv</b>  |
| <b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI .....</b>     | <b>v</b>   |
| <b>ETİK BEYAN .....</b>                                     | <b>vi</b>  |
| <b>TEŞEKKÜR .....</b>                                       | <b>iv</b>  |
| <b>ÖZET .....</b>                                           | <b>v</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                       | <b>vi</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER.....</b>                                     | <b>vii</b> |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>                                 | <b>ix</b>  |
| <b>TABLolar DİZİNİ.....</b>                                 | <b>x</b>   |
| <b>GİRİŞ .....</b>                                          | <b>1</b>   |
| <b>BİRİNCİ BÖLÜM:GENEL BİLGİLER .....</b>                   | <b>5</b>   |
| <b>1.1.Kulak (Auris) Anatomisi .....</b>                    | <b>5</b>   |
| 1.1.1.Dış Kulak (Auris Externa).....                        | 6          |
| 1.1.2.Orta Kulak (Auris Media).....                         | 8          |
| 1.1.3.İç Kulak (Auris Interna) .....                        | 12         |
| <b>1.2.İşitme Anatomi ve Fizyolojisi .....</b>              | <b>17</b>  |
| <b>1.3. Presbiakuzi .....</b>                               | <b>19</b>  |
| 1.3.1.Etiyoloji .....                                       | 20         |
| 1.3.2.Epidemiyoloji.....                                    | 21         |
| 1.3.3.Presbiakuzi Belirtileri ve Tanı.....                  | 22         |
| 1.3.4.Presbiakuzi Tipleri ve Sınıflandırılması .....        | 23         |
| <b>1.4.Denge .....</b>                                      | <b>25</b>  |
| <b>1.5.Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi .....</b> | <b>25</b>  |
| 1.5.1. Periferik Vestibuler Sistem.....                     | 25         |
| 1.5.2. Santral Vestibuler Sistem.....                       | 27         |
| 1.5.3. Motor Tepkiler .....                                 | 28         |
| <b>1.6. Vestibüler Sistem Değerlendirme Testleri.....</b>   | <b>30</b>  |
| 1.6.1. Subjektif Değerlendirme Testleri.....                | 31         |
| 1.6.2. Objektif Değerlendirme Testleri .....                | 33         |
| <b>1.7.Denge Ölçek ve Anketleri .....</b>                   | <b>35</b>  |

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.7.1. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği (Dizziness Handicap Inventory; DHI) ..... | 35        |
| 1.7.2. Berg Denge Ölçeği (BDÖ) .....                                            | 36        |
| <b>İKİNCİ BÖLÜM:MATERYAL ve METOD .....</b>                                     | <b>38</b> |
| 2.1.Bireyler .....                                                              | 38        |
| 2.2. Metod .....                                                                | 38        |
| 2.3. İstatistiksel Analiz .....                                                 | 39        |
| <b>BULGULAR.....</b>                                                            | <b>40</b> |
| <b>TARTIŞMA .....</b>                                                           | <b>40</b> |
| <b>SONUÇ .....</b>                                                              | <b>50</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                                                           | <b>52</b> |
| <b>EK-1.ORİJİNALLİK RAPORU .....</b>                                            | <b>68</b> |
| <b>EK-2. ETİK KURUL İZİN FORMU.....</b>                                         | <b>69</b> |
| <b>EK-3. Denge / Baş Dönmesi Engel Ölçeği .....</b>                             | <b>70</b> |
| <b>EK-4. Berg Denge Ölçeği.....</b>                                             | <b>71</b> |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1:</b> Kulağın anatomik yapısını gösteren şematik .....                                          | 6  |
| <b>Şekil 2:</b> Sağ kulağın anatomik görünümü .....                                                       | 7  |
| <b>Şekil 3:</b> Sağ cavum tympani (cavitas tympanica) .....                                               | 9  |
| <b>Şekil 4:</b> Sağ kulak zarı dış yan görünüm.....                                                       | 10 |
| <b>Şekil 5:</b> Sol kulak malleus, incus, stapes görünümü.....                                            | 11 |
| <b>Şekil 6:</b> İç kulak yapılarını gösteren şematik.....                                                 | 13 |
| <b>Şekil 7:</b> Yaşlı bireylerin odyogramları, insan kokleasının şematik kesiti, presbiakuzi tipleri..... | 24 |
| <b>Şekil 8:</b> Başın ileri (sağ) ve yukarı (sol) doğru eğilmesi ile makula pozisyonu.....                | 26 |
| <b>Şekil 9:</b> Romberg testi .....                                                                       | 32 |
| <b>Şekil 10:</b> Fukuda/Unterberger adım testi.....                                                       | 32 |
| <b>Şekil 11:</b> Babinski Weil testi.....                                                                 | 33 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> Çalışma ve kontrol grubunun cinsiyete göre dağılımının karşılaştırılması.....                                                      | 40 |
| <b>Tablo 2.</b> Çalışma grubunda sağ ve sol kulağa göre işitme kaybı derecelerinin karşılaştırılması.....                                          | 40 |
| <b>Tablo 3.</b> Çalışma ve kontrol grubunda baş dönmesi şikayeti oranlarının karşılaştırılması .....                                               | 40 |
| <b>Tablo 4.</b> Çalışma ve kontrol grubunda tinnitus varlığının karşılaştırılması .....                                                            | 41 |
| <b>Tablo 5.</b> Sapma varlığının VSR testlerine göre dağılımının karşılaştırılması.....                                                            | 41 |
| <b>Tablo 6.</b> Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile Berg Denge Ölçeği düşme riski oranlarının karşılaştırılması .....                               | 41 |
| <b>Tablo 7.</b> Çalışma grubu için VSR Testleri ve Denge Ölçeklerinin Sapma ve Düşme Riski Oranlarının Karşılaştırılması .....                     | 42 |
| <b>Tablo 8.</b> Kontrol grubu için VSR Testleri ve Denge Ölçeklerinin Sapma ve Düşme Riski Oranlarının Karşılaştırılması .....                     | 43 |
| <b>Tablo 9.</b> Hafif-orta ve orta ve ileri derecede işitme kaybına sahip hastaların VSR testi ve Denge Ölçek sonuçlarının karşılaştırılması ..... | 44 |

## GİRİŞ

Atmosferdeki ses dalgalarının dış kulak tarafından toplanması, orta ve iç kulağa iletilmesi, son olarak işlenerek sinirler yardımı ile beyne iletilmesi ve yorumlanmasını sağlayan süreç işitme olarak adlandırılır (Mozaffari ve ark., 2021). Görme duyusundan sonra işitme duyusu en önemli biyolojik bilgi kaynağımızdır. Sosyal etkileşim ve öğrenmede hayati bir rol oynayan işitme; dinleme, akustik dünyayı deneyimleme ve kişilerarası iletişimi sağlar (Oxenham, 2018).

İşitme kaybı konjenital (doğuştan) veya akkiz (sonradan kazanılmış) sebeplerle işitme hassasiyetinin kısmen veya tamamen yitilmesi durumudur. İşitme kaybı, sesin orta kulak yoluyla iletilmesindeki eksikliklerden veya iç kulakta mekanik titreşimlerin sinir mekanizmasına iletim kayıplarından kaynaklanır (Jos J. Eggermont, 2017). İşitme kaybı iletim ya da sensörinöral veya her ikisi olarak kategorize edilebilir. İletim tipi işitme kaybının nedenleri dış ve orta kulak ile ilişkilendirilirken, sensörinöral işitme kaybının önde gelen nedenleri arasında kalıtsal bozukluklar, gürültüye maruz kalma ve yaşa bağlı işitme kaybı (presbiakuzi) yer alır (Isaacson & Vora, 2003).

Küresel nüfusun yaşlanması, önemli tıbbi ve demografik sorunlardan biridir ve yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan bir dizi moleküler, histolojik ve fizyolojik değişiklik çeşitli işitme problemlerini de beraberinde getirmektedir (Flatin ve ark., 2022). Presbiakuzi, yaşlılarda en sık görülen duyuşal sorunlardan biridir. Yüksek frekanslarda belirgin olan iki taraflı sensörial işitme kaybı olarak bilinir ve hem çevresel hem de genetik faktörlerin hastalığa katkıda bulunduğu karmaşık dejeneratif bir hastalıktır (Jos J. Eggermont, 2017; Fransen ve ark., 2003).

Yaşlanmaya bağlı gelişen işitme kaybı olarak tanımlanan presbiakuzi ilk olarak 1849 yılında Toynbee tarafından keşfedilmiş ve medikal tedavisi düzenlenmiştir. İlk doğru tanımı 1891'de Dalton düdüklerini başarıyla kullanarak, yaşlıların yüksek frekansları daha az duyduğunu gösteren Zwaardemaker yapmıştır (Çakır ve ark., 2013).

Kalıtım, çevre faktörleri ve tıbbi durumlar gibi presbiakuzi gelişiminde rol oynayan risk faktörlerinin tanımlanmasına yönelik literatürde birçok çalışma mevcuttur (Huang & Tang, 2010; Kidd III & Bao, 2012). Yaşlanmanın işitme sistemi üzerindeki kümülatif etkileri başta olmak üzere gürültü gibi çevresel maruziyetler, genetik yatkınlık, fizyolojik stres faktörleri bu duyuşal bozukluğa sebep olan faktörlerden başlıcalarıdır (WHO, 2015).

Tanı odyometrik inceleme ile doğrulanabilmektedir (Pearlman, 1982). Presbiakuzinin ayırt edici özelliği, konuşmanın yüksek frekanslı bileşenlerini (/p/, /k/, /f/, /s/ ve /ş/ gibi sessiz ünsüzler) anlama yeteneğinin bozulmasıdır (Gates & Mills, 2005). Odyogram ve konuşma skorlarına göre presbiakuzinin tipi ayırt edilebilmektedir (Yildirim-Baylan ve ark., 2012).

Pek çok insan yaşlandıkça iyi işitmeye devam etse de, YBİK dünyada en sık görülen duyu kusurlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Sağlık sektöründeki gelişmeler nedeniyle, 65 yaş üstü nüfusun oranı hızla artmaktadır (Pallin ve ark., 2014). Bu artışa bağlı olarak yaşlanan nüfusu etkileyen koşullar büyümeye ve tıbbın ön saflarına yerleşmeye devam edecek, sonuçta YBİK prevalansı da yaşla birlikte artmaya devam edecektir (Erwin & Chen, 2023).

Yaşlanma işitme kaybının yanı sıra, baş dönmesi, dizziness, tinnitus, postural dengesizlik, yürüme anormallikleri ve düşmeler gibi birbiriyle çok ilişkili otonevrolojik semptomun varlığı ile doğru orantılıdır (Era ve ark., 1996). İlerleyen yaşla birlikte iç kulak yapılarında oluşan yaşlanma özellikle tüy hücrelerinin mikrovasküler kanlanmasını etkilediğinden; iskemi, hipoksi ve oksidatif stres ile sonuçlanan fizyolojik süreçlere bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu fizyolojik süreçler aynı zamanda ganglion hücrelerini ve/veya stria vaskülarisi etkileyebilmektedir. Benzer şekilde postural denge de etkilenmektedir (Baratto ve ark., 2002).

Presbiakuzi ile birlikte vestibüler sistemdeki zayıflıklar, artan mekanik düşmeler ile kas-iskelet sistemi yaralanmasına sebep olabilmektedir. İşitme kayıplı yaşlı bireylerin, normal işiten yaşlı bireylere göre düşme olasılığı iki kattan fazladır. Bu durum, iç kulakta bulunan koklea ve vestibülün disfonksiyonunu ile ilişkilendirilebilir (Vaisbuch & Santa Maria, 2018).

İşitme kaybı olan yaşlı yetişkinler, yavaş yürüme dahil olmak üzere hareket bozuklukları gösterme eğilimindedir. Bu durumun işitme kaybıyla ilişkili zayıf dengeden kaynaklandığı düşünülmektedir (Sakurai ve ark., 2021).

İşitme kaybı, denge bozuklukları ve düşmelerin nedensel bir faktörü olarak belirlenmemiş olsa da, daha önceki çalışmalar, işitme bozukluğu ile dengesizlik ve düşme riski arasında bir ilişki olduğunu bildirmektedir. Ulusal Sağlık ve Beslenme İnceleme Anketi (The National Health and Nutrition Examination Survey) veri tabanı, her 10 dB işitme kaybı için, bireylerin düşme riskinin 1,4 kat arttığını bildirmiştir (N. T. L. Jiam ve ark., 2016).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) 'Global Report on Falls Prevention in Older Age' raporuna göre de 65 yaş ve üzerindeki kişilerin yaklaşık %28-35'i her yıl en az bir kez düşmektedir. Bu düşmelerin yarısı tekrarlayan düşmelerdir. Düşmelerin sıklığı, şiddeti ve düşmeyle ilgili komplikasyonlar yaştan ilerlemesi ile ve düşüklükle birlikte sürekli artmakta ve 70 yaş üzerinde oran %32-42'ye yükselmektedir (WHO, 2008).

Postüral denge, görsel, işitsel, vestibüler ve propriyoseptif sistem ile birlikte bilişsel ve bütünleyici işlevlerin bir kombinasyonu ile sağlanmaktadır (AKSOY, 2012). Yaşlı bireylerde dengenin sağlanmasında somatosensör, görsel ve vestibüler sistemin düzgün bir şekilde çalışması gerekmektedir (Gündüz & Karabulut, 2015). Tüm duyu sistemleri yaşlanma boyunca kapasitelerini azaltır ve bu azalma, postural dengesizlik ve düşme riskinin artmasıyla da ilişkilidir (Redstone & West, 2004).

Baş dönmesi ve denge bozukluğu olan hastaların vestibüler değerlendirmesinde objektif ve subjektif testleri kullanılmaktadır. Dengede rol alan üç önemli refleks; Vestibülo oküler refleks (VOR), vestibülo kolik refleks (VKR) ve vestibülo spinal refleks VSR'tir.

VSR, vücudun hareketleri ile birlikte, başın dengeli hareketi ve postural stabilitenin korunması için vücut hareketlerini organize eden bir reflekstir. Vestibüler uyarımın omurilik üzerindeki etkisi, artan ekstansör ve azalmış fleksör tonusudur, bu da antigravite kaslarının çalışmasının kolaylaştırılması

anlamına gelir (W. Oosterveld, 1991). Subjektif VSR testleri periferik vestibüler hastalıkların değerlendirmesinde kullanılmaktadır. Romberg, Fukuda, Babinski Weil testleri bu subjektif testlerden bazılarıdır. Subjektif veya objektif vestibüler değerlendirmelerin yanında ölçekler de büyük öneme sahiptir.

Tedavi edilmediği takdirde presbiakuzi, sadece hastaların yaşam kalitesinin düşmesine, izolasyona, bağımlılığa ve hüsrana yol açmaz, aynı zamanda çevredeki sağlıklı insanları da etkiler. Kısmen düzeltilebilse de, presbiakuzi ile ilişkilendirilen bulgulara dayalı yeni tedavi stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Huang & Tang, 2010).

### **Araştırmanın Amacı**

Presbiakuzi tanısı almış hastaların subjektif vestibüler değerlendirme testlerinde zayıflık olup olmadığını araştırmak, bireyin denge kaybı şikayeti olsun ya da olmasın işitme kaybı ile birlikte denge ölçeklerinde düşük değerlerin olup olmadığını değerlendirmek, kısa süre de uygulanan subjektif vestibüler testlerin ve ölçeklerin hassasiyetlerinin işitme kaybı ile korelasyon değerlendirmesini, denge sisteminde zayıflık tespit edilen hastaların erken dönemde öneri ve rehabilitasyonlar ile olası denge kaybı ile düşmelerinin önüne geçmek, düşmeye yatkın bireylerin vestibüler sistemlerini değerlendirmek hedeflenmektedir.

### **Araştırmanın Hipotezleri**

**H0:** Presbiakuzi tanısı almış hastalarda subjektif vestibulo-spinal refleks testlerinde zayıflık yoktur.

**H1:** Presbiakuzi tanısı almış hastalarda subjektif vestibulo-spinal refleks testlerinde zayıflık vardır.

**H0:** Presbiakuzi tanısı almış hastaların denge ölçek ve anketlerinde uyumlu olarak düşük skor gözlenmez.

**H1:** Presbiakuzi tanısı almış hastaların denge ölçek ve anketlerinde uyumlu olarak düşük skor gözlenir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

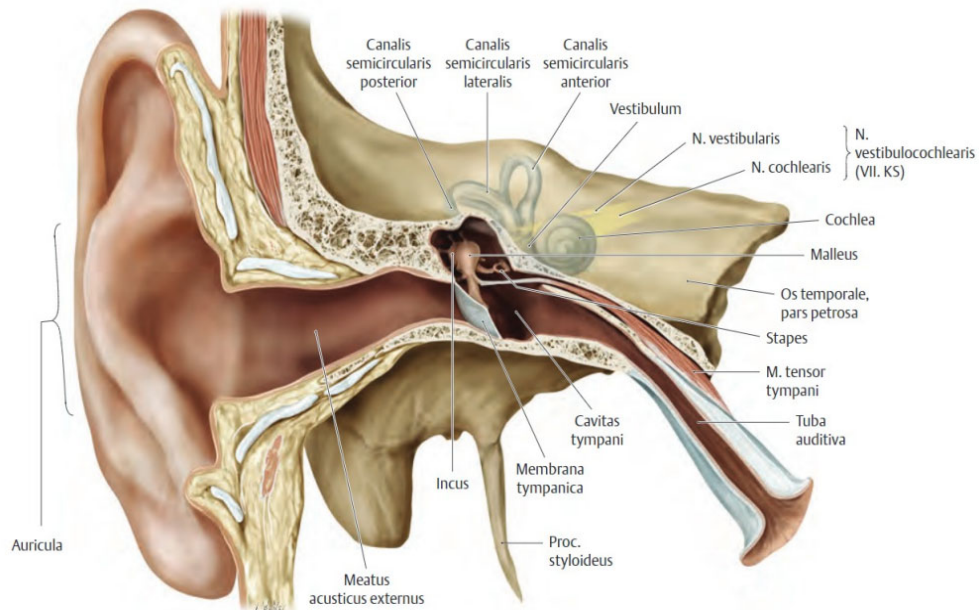
### GENEL BİLGİLER

#### 1.1. Kulak (Auris) Anatomisi

Kulak (Organum vestibulocochleare), başın her iki yanında bulunan, temporal kemiğin petröz parçası içerisine simetrik olarak yerleşen, işitme ve denge ile ilgili süreçleri yürütmekten sorumlu organdır (Luers & Hüttenbrink, 2016).

Kulak; dış (Auris externa), orta (Auris media) ve iç kulak (Auris interna) olmak üzere üç kısımdan oluşur. Her kısım işitme sürecinde önemli işlevlere sahiptir. Dış ve orta kulak sesin iletildiği bölümlerdir. İç kulağın anatomisi ve ilişkili yapılar daha karmaşıktır. İç kulakta bulunan koklea, vestibül ile birlikte semisürküler, fasiyel ve karotid kanallar temporal kemiğin petröz bölümünde yerleşir (Olgun Peker, 2020).

Gözle görünen kepçe (aurikula), tipik olarak kafatasından 15 ila 20 derecelik bir açıyla çıkıntı yapar. Kafa derisine olan mesafe superior helikste 10-12 mm, orta helikste 16-18 mm ve lobülde 20-22 mm'dir. Superior heliks, kaş seviyesine paraleldir (Zopf ve ark., 2021). Şekil, boyut ve konum itibarıyla insan yüzüne estetik bir görünüm sağlar.



**Şekil 1:** Kulağın anatomik yapısını gösteren şematik (Gilroy, 2015)

Kulağın kanlanması, iç kulak ve işitme ve denge fonksiyonlarının yürütülmesi için önemlidir. Kulağın kan dolaşımı, çeşitli kan damarlarını ve engelleri içeren karmaşık bir sistemdir. İç kulağın kanlanması, arteria vertebralis ve arteria basilaris aracılığıyla gerçekleştirilir. İşitmeden sorumlu koklea, kan beslemesini internal auditer arter ve baziller arterden alır (Ito, 2010; Yonguç, 2018).

**1.1.1.Dış Kulak (Auris Externa)**

Dış kulak, başta sesin yakalanması ve kulak zarına iletimi olmak üzere (Oliveira, 1997), orta ve iç kulak yapılarının korunmasında da önemli rolleri olan, kulağın görünen kısımlarından; dış kulak yolu ve kulak kepçesi (Aurikula) tarafından oluşmaktadır. (Alvord & Farmer, 1997; Keller, 2007; Tolleth, 1978; Wright, 1997).

**Kulak Kepçesi/Auricula (Pinna)**

Kulak kepçesi baş iskeleti üzerine tutunan, facies externa ve facies interna olmak üzere iki taraflı, sıkı bir kıvama sahip fibröz kıkırdak (cartilago auricula) yapısıdır (**Şekil 2**). Aurikula, sarmal-antihelikal kompleks, konkal kompleks ve lobül olmak üzere üç bölümden oluşur. Bu komplekslerin her biri, yüzey anatomisini oluşturan kıvrımlı yapılara sahiptir (Beahm & Walton, 2002).

Kıkırdak yapı, heliks, antiheliks, konka, tragus ve antitragus'u içerir. Aurikulanın kıvrımlı dış kısmı Heliks, hemen anteriorunda bulunan kısım antiheliks olarak adlandırılır. Heliksin postero-süperiorunda bulunan çıkıntılı kısma auriküler tüberkül ya da genellikle Charles Darwin'e atfedildiğinden "Darwin tüberkülü" olarak adlandırılır. Kulak yolunun girişinde bulunan çıkıntı tragus, postero-inferiorunda (lobül tepesinde) bulunan kısım antitragus'tur (Millard & Pickard, 1970; Seikel ve ark., 2010).

Huni şeklinde derinleşen parça (concha auriculae), dış kulak yolu ile kulak kıkırdağının tabanından kulak zarına kadar devam eder. Meme kısmı (lobulus auricula) kıkırdaktan yoksundur ve fibröz yağ dokusundan meydana gelmektedir. Kulak kepçesinin işlevi, geriden gelen sesleri kısıp, önden gelen

sesleri yükselterek, dış işitsel kanala ve nihayetinde timpanik membrana yönlendirmektedir (Janfaza P, 2001; Malloy & Hollander, 2023).



**Şekil 2:** Sağ kulağın anatomik görünümü (Gilroy ve ark., 2014)

Kulak kepçesi genellikle 5-6,5 cm yükseklik ve 3-4,5 cm genişlikte, kafa derisinden  $20^{\circ}$ – $30^{\circ}$  açıyla çıkıntı yapar (Park & Hood, 2001). Dış kulak üzerinde yapılan antropometrik çalışmalar, yaşa, cinsiyete ve etnik gruba bağlı olarak kulak kepçesi ölçülerinin farklılıklar gösterdiğini, en kısa Afrikalılarda, en uzun Asyalılarda olduğu göstermektedir (Gladstone & Morganroth, 2007; Japatti ve ark., 2018). Bireysel olarak iki kulak arasında dahi farklılıklar olabileceği aktarılmıştır (Purkait & Singh, 2007).

Yine kulak memesi uzunluğu da etnik kökene göre değişiklik göstermekle birlikte ortalama olarak yaklaşık 2 cm'dir. Erkekler kadınlara kıyasla daha büyük kulaklara sahiptir. Kulak kepçe ve lobül ölçüleri yaşla birlikte artış gösterebilmektedir (Azaria ve ark., 2003; Mowlavi ve ark., 2004; Wongsuwan, 2011).

### **Dış Kulak Yolu (Meatus Acusticus Externus)**

Dış kulağın bir parçası olmasına rağmen, anatomik olarak insan kafasının içerisinde bulunan, iç kısımda kemik (2/3), dış kısımda kıkırdak (1/3) ile desteklenen hafif kavisli bir kanaldır (os temporale, pars tympanica) (**Şekil 1**). Dış kulak yolu, kulak kepçesinden (tragusun arkasından) başlayıp içe doğru kıvrılarak kulak zarı/timpanik membrana kadar uzanan silindirik bir yapıya

sahiptir (Rutter, 2021). Yetişkinlerde ortalama uzunluğu kulak zarı girişinden yaklaşık 2,5 cm ve tragustan kulak zarına kadar yaklaşık 4 cm'dir (Fan ve ark., 2021; Shaw, 1974; J. F. Yu ve ark., 2015). Lateral kısım fibrokartilajinöz ve medial kısmı kemiklidir, temporal kemiğin timpanik kısmı tarafından oluşturulur. Dış kulak yolunun önünde temporomandibular eklemin glenoid fossası, arkasında temporal kemiğin mastoid kısmı bulunur (Dubach & Häusler, 2008; Juliano, 2018).

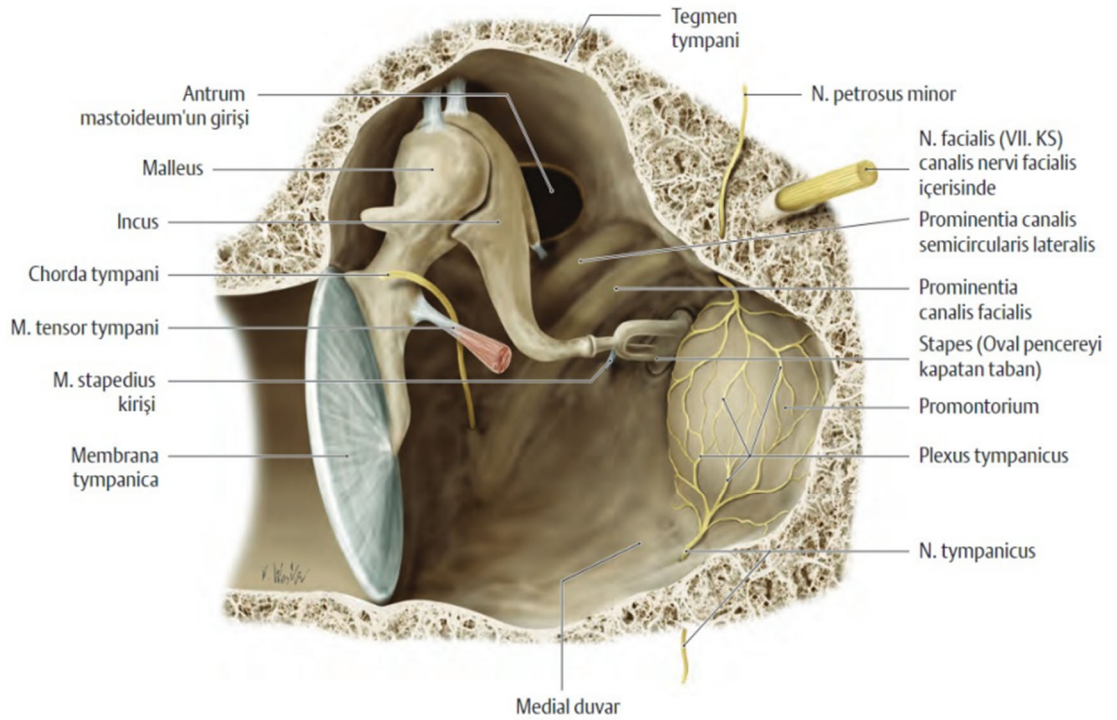
Kıkırdaklı dış kısmı kaplayan deri, yağ bezleri ve serüminöz bakımdan zengin bir yapıya sahip olduğundan, bakteri üremesi ve kanaldaki nem sebebiyle oluşabilecek epitelyal maserasyona karşı asidik mumsu bir madde salgılar. Serumen birikintiler derin kanaldan dışarı doğru hareket eder ve dış kulağı kendi kendini temizleyen bir sistem haline getirir. Ayrıca kıl folikülleri partikül maddeler ve yabancı cisimlerin kulağa girmesini önlemeye yardımcı olmaktadır (Barritt, 2014; Sander, 2001). Dış işitsel kanal ses girdisi için kritik bir yapı olduğundan, yaşlanma ve travmatik yaralanmalarının kulak kanalı şeklindeki değişiklikler üzerindeki etkisi klinikte sıklıkla tartışılan bir konudur (Sforza ve ark., 2009; J.-F. Yu ve ark., 2015).

Dış kulağın beslenmesi venleri arterleri ile beraber seyreden a.carotis externa'dan direkt ayrılan r.auricularis posterior; a.temporalis superficialis'in r.auricularis anterior'u ve a.occipitalis'den gelen bir dal ile sağlanır. Dış kulak yolunun sinirsel uyarımları ise n.mandibularis'in bir dalı olan n.auriculotemporalis ve n.vagusun bir dalı olan n.auricularis ile sağlanır (Arıncı & Elhan, 2014).

### **1.1.2.Orta Kulak (Auris Media)**

Dış kulaktan timpanik membran ile ayrılan orta kulak, timpanik membranın medialinde yer alan bir boşluktur. Kulak zarıyla hizalı bölüm (mezotimpanum), inferiorunda bulunan alan (hipotimpanum) ve superiorunda kalan kısım (epitimpanum) olmak üzere üç kısımda incelenmektedir. Orta kulak üst (paries tegmentalis), alt (paries jugularis), dış (paries membranaceus), iç (paries labyrinthicus), ön (paries mastoideus) ve arka (paries caroticus) olmak üzere 6 duvara sahiptir. Orta kulağın dış duvarının büyük bölümünü kulak zarı, iç

duvarını ise orta kulağı iç kulaktan ayıran iç kulağın dış duvarı oluşturur. Dış ve iç duvarlar arasında dıştan içe uzanan üç hareketli kemikçik olan; çekiç (malleus), örs (incus) ve üzengi (stapes) timpanik membrana gelen ses titreşimlerini iç kulağa iletmekten sorumludur (Arıncı & Elhan, 2014; Barritt, 2014).



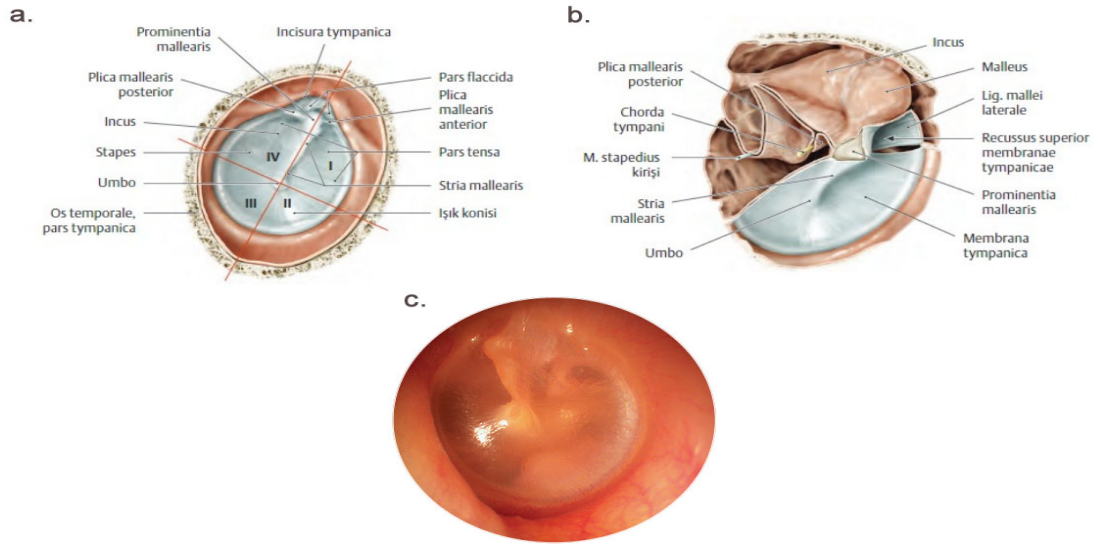
**Şekil 3:** Sağ cavum tympani (cavitas tympanica) (Gilroy, 2015)

### Timpanik Membran/Kulak Zarı (Membrana Tympani)

Orta kulak boşluğunun büyük bölümünü timpanik boşluk temsil eder. Dış kulak yolunun medial ucunda bulunan kulak zarı timpanik boşluğun yan sınırını oluşturur. Timpanik membran, dış kulak yolunu medial yönü ile birlikte, temporal kemiğin (os temporale) petröz kısmındaki küçük odacıktan (timpanik boşluk/cavum tympani) ayıran, yarı saydam, opak eliptik bir zardır (**Şekil 3**). Ayrıca insan vücudunda her iki tarafı hava ile çevrilen tek zardır (Lum ve ark., 2009; OJ ve ark., 2023; Rebol, 2022; Searight ve ark., 2023).

Yaklaşık 0,1 mm kalınlığa sahip, 8-10 mm çapında olan kulak zarı, üç katmandan oluşur. Timpanik membranın epitel dokudan meydana gelen lateral ve medial tabakaları arasındaki liflerden oluşan fibroelastik doku (lamina propria) zara stabilite verir. Bu lifli tabakanın içinde, radyal, eşmerkezli ve teğetsel olarak uzanan kollajen lifler, sınırlı esneme kabiliyetleri ile akustik basınçlarda meydana gelen küçük yer değiştirmelere yüksek uyum, yüksek basınçlarda daha fazla esnemeye karşı direnç sağlar (Jahnke, 2004; Luers & Hüttenbrink, 2016).

Ses dalgaları orta kulaktaki huni benzeri yapıdan geçerken 18 kat büyütülür (Saladin, 2021).



**Şekil 4:** a. Sağ kulak zarı dış yan görünüm (I. ön üst, II. ön alt, III. arka alt, IV. arka üst kadrantlar) b. arka dış yan görünüm c. endoskopik görüntüleme (Gilroy ve ark., 2014; Wareing & Warner, 2023)

### Kemikçikler (Ossicula Auditus)

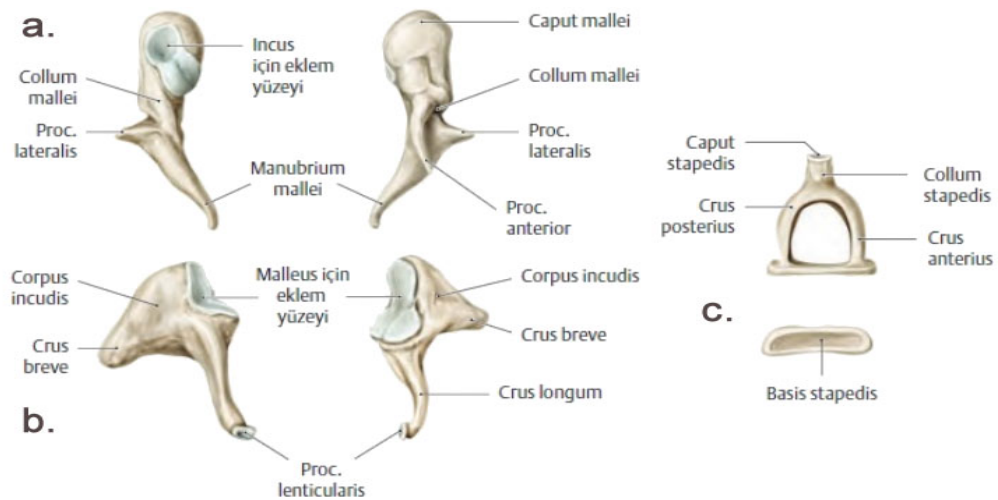
Orta kulak kemikçikleri olarak bilinen kulak kemikleri arasında malleus, incus ve stapes bulunur. Timpanik membran ve iç kulağın oval penceresi arasında kemikçik zinciri adı verilen yapıyı oluştururlar. Malleus membrana tympani'ye, stapes fenestra vestibuli'ye tutunur. Dış kulaktan orta kulağa aktarılan sesler, timpanik mebrana iletildikten sonra, malleus (çekiç), incus

(örs), stapes (üzengi) kemikleri tarafından perilympha sıvısıyla dolu kemik labirente (koklea) aktarılır (George & Bordoni, 2022).

**Malleus (Çekiç):** Timpanik membran ile bağlantılı olan bu kemik, kemikçik zincirinin en büyük parçasıdır. Yaklaşık 9 mm uzunluğunda ve yalnızca 25 mg ağırlığındadır. Caput mallei, collum mallei ve manubrium mallei adlı üç parça ve proc. lateralis, proc. anterior adlı çıkıntılardan oluşur. Malleusun başı, orta kulağın epitimpanik girintisine doğru çıkıntı yapar ve örs ile eklemlenir (Seikel ve ark., 2010).

**İncus (Örs):** Kemikçik zincirin ara iletişim parçasıdır. Malleus ve üzengi arasında eklemlenen örs şeklinde bir kemiktir. Gövdesi, malleus başı ile eklem yapar. Yaklaşık 30 mg ağırlığındadır ve uzun çıkıntısı yaklaşık 7 mm'dir. Kısa çıkıntı arkaya doğru uzanırken, uzun çıkıntı mediale bükülür (Seikel ve ark., 2010).

**Stapes (Üzengi):** İnsan vücudundaki en küçük kemiktir. İncus ile eklem yapar ve iç kulağın oval penceresine oturur. Stapes ortalama olarak 3,5mm uzunluğunda 2,5 gr ağırlığındadır. Caput stapedis, basis stapedis denilen iki parçası, crus anterior ve crus posterior adı verilen iki çıkıntısı vardır (Seikel ve ark., 2010).



**Şekil 5:** a. Sol kulak malleus (Çekiç) arka ve ön görünüm b. Sol kulak incus (Örs) iç ve dış yandan görünüm c. Sol kulak stapes (Üzengi) üst ve iç yandan görünüm (Gilroy ve ark., 2014)

### **Östaki Borusu (Tuba Eustachi)**

Orta kulaktaki timpanik boşluğu burnun arka kısmı (nazofarenks) ile birleştiren kıkırdaklı yapı östaki borusu (işitsel tüp) olarak adlandırılır. Parafaringeal boşlukta orta kulağın ön duvarından nazofarenksin yan duvarına kadar devam eder ve medial pterygoid plakanın arka kenarı boyunca ilerler (Szymanski & Agarwal, 2022).

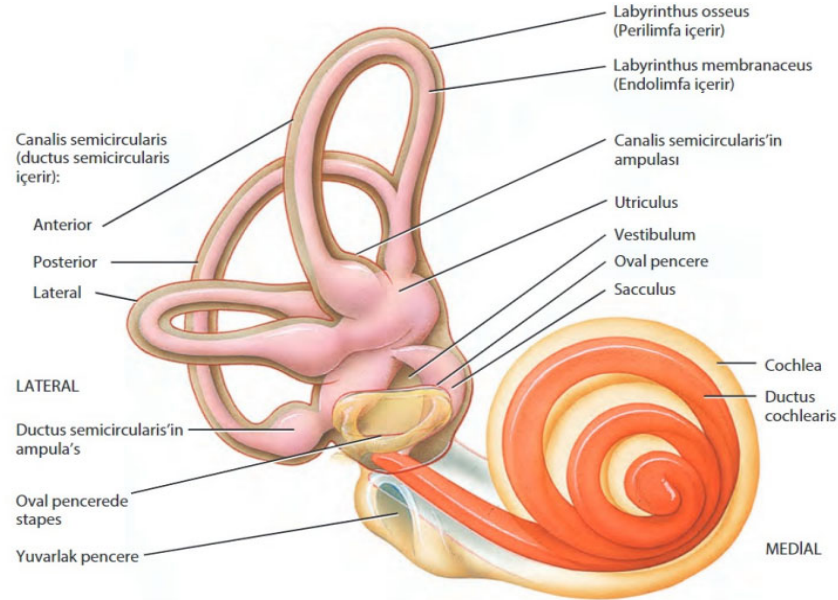
Östaki borusu her iki kulakta da kulak zarının iki tarafındaki hava basıncını eşitleyen 4 cm uzunluğunda basınç dengeleyici bir valf görevi görür. Tüpün açıklığı timpanik boşluğun oksijenlenmesi, orta kulaktaki basıncın ortam basıncına göre eşitlenmesi ve biriken sıvıların boşaltılmasında rol oynar. Östaki tüpü orta kulaktaki gerilimi etkilediğinden ses dalgalarının iletimini açısından önemli bir mekanizmadır (Schilder ve ark., 2015).

Orta kulağın beslenmesi a.maxillaris'in r.auricularis profundus, a.auricularis posterior'un r.stylomastoideus ve a.maxillaris'in a.tympanica anterior dalları ile sağlanır. Derin venlerinin bir kısmı sinüs transversus ve dura mater venlerine dökülürken bir kısmı da tuba auditiva'daki ven plexusuna açılır. Yüzeyel venleri ise v.jugularis externaya dökülür. Orta kulak n.mandibularis'in n.auriculotemporalis, n.vagus'un r.auricularis ve n.glossopharyngeus'un n.tympanicus dallarından innerve olur (Arıncı & Elhan, 2014).

#### **1.1.3.İç Kulak (Auris Interna)**

Kulağın son bölümü olan iç kulak işlevsel olarak iki bölümden oluşmaktadır. Bunlar; işitme merkezi (koklear sistem) ve denge organlarını içeren (vestibüler sistem) olarak adlandırılır. Vestibuler sistem denge mekanizmasından, koklear sistem işitmeden sorumludur. İç kulak kompleks yapısı nedeniyle ayrıca labirent olarak anılır. Labyrinthus Osseus (Kemik Labirent) ve Labyrinthus Membranaceus (Zar Labirent) olmak üzere iki bölümden oluşur. İç kulak yuvarlak ve oval pencere ile orta kulağa aquaduktus koklea ve aquaduktus vestibuli ile de iç kafa yapısına bağlantılıdır (Xu ve ark., 2022).

Kulağın düzgün çalışabilmesi için, tüm bölümlerinin sıkı bir koordinasyon içinde paralel olarak çalışması gerekmektedir.



**Şekil 6:** İç kulak yapılarını gösteren şematik (Clare, 2014)

**Labyrinthus Osseus (Kemik labirent):** Otik kapsül olarak adlandırılan sert kemik yapıdır. Perilymf sıvısı ile doludur ve zar labirenti çevreler. Vestibulum, kemik semisirküler kanallar, koklea, aquaduktus vestibuli ve aquaduktus koklea yapılarını barındırır (Sha & Schacht, 1999).

**Vestibulum:** Oval pencerenin açıldığı, iç kulağın denge, hareket ve vücut pozisyonunu algılamaktan sorumlu bileşen vestibulum olarak adlandırılır. Ön duvarı koklea arka duvar semisirküler kanallar ile komşudur. Dış duvarı cavatis tympaniye, iç duvarı meatus acusticus interna'ya bakar. Bu yapıların her birinin içinde yer alan duyu organları, başın açısal ve doğrusal ivmesini algılamaya ve bu bilgiyi vestibüler nöronlar boyunca beyin sapındaki vestibüler çekirdeklere iletmeye yarar (Riccomagno ve ark., 2005).

**Kemik semisirküler kanallar:** İç kulakta, girişin arkasında yer alan ve karşılıklı olarak dikey düzlemde vestibulum'a açılan, superior, posterior ve lateral olmak üzere üç kemikli kanaldır. Her kanal diğeriyle 90 derecelik açı yapar. Her yarım daire biçimli kanalın içinde, zar labirentin karşılık gelen semisirküler kanalı

bulunur. Semisirküler kanallar, açısal kafa hareketleri, hareketlilik, sabit görüş, kardiyovasküler yapılar ve yerçekimine duyarlı sistemlerin otonomik kontrolü için gerekli olan merkezi sinir sistemine nöral girdiler sağlamaktan sorumludur. Çalışma prensibi başın açısal ivmesini kullanarak labirent içindeki akışkanların hareket mekaniğine dayanmaktadır (Rabbitt, 2019).

**Koklea:** İşitme duyusunda hayati bir rol oynayan ve işitsel iletim sürecine katılan sıvı dolu, şekli salyangoz kabuğunu andıran spiral şekilli bir kemik yapıdır. İç kulağın ön kısmında yer almaktadır. Taban kısmı basis, tavan kısmı apex cochlea olarak adlandırılır. Kokleanın spiral yapısı, farklı frekansların spiral boyunca belirli alanları uyarmasına izin verir, bu da insanların çeşitli ses frekanslarını algılamasını/kaçırmamasını sağlar. Ses dalgalarının beyne iletilmek üzere elektrokimyasal sinyallere dönüştürüldüğü yapı burasıdır (Anthwal & Thompson, 2016).

Koklea üç kanal içerir: skala vestibuli, skala media ve skala timpani. Skala vestibuli ve skala timpani, spiralin en uç noktasında yer alan bir açıklık olan helikotrema aracılığıyla iletişim kurarken, skala media diğer iki skala arasında yer alan kör bir kanaldır. Gelen sesler, koklear tabandan kaynaklanan ve skala vestibuli içinde apekse doğru yayılan sıvı bazlı hareketli dalgaları indükler. Bu hareket eden dalgalar, skala timpanide koklear tabana doğru geri hareket eden alçalan dalgalar oluşturmadan önce, spiral boyunca frekansa bağlı konumlarda skala ortamında titreşimleri indükler (Driver & Kelley, 2020).

Koklear kanalda endolenf sıvısı içerisinde taşınan titreşimler daha sonra, corti organı olarak bilinen benzersiz yapı içindeki tüylü hücrelerin mekanik olarak uyarılması yoluyla koklear kanalda elektriksel uyarılara dönüştürülür. Ses dalgaları, beynin bireysel ses frekansları olarak yorumlayabileceği elektriksel verilere dönüştürülür ve VIII. Kranial sinir bu verileri yorumlanması için kokleadan beynin işitsel korteksine taşır (J Casale ve ark., 2023; Yoshioka & Sakakibara, 2013).

**Corti Organı (Organum spirale):** Kokleanın skala mediasında bulunan işitme reseptörleri içeren organdır. Skala timpani ve skala mediayı ayıran sert bir zar olan lamina basilaris üzerinde bulunur. Skala media, endolenf içerir ve işitsel

saç hücrelerinin elektrokimyasal uyarılarını düzenlemeye yardımcı olur (Patuzzi & Robertson, 1988). Corti organı gelen mekanik titreşimini algılar ve bunu aksiyon potansiyellerine dönüştürür. İki tür duyusal hücreden oluşur: dış tüylü hücreler ve iç tüylü hücreler (Driver & Kelley, 2020).

**Aquaduktus vestibuli:** Büyük ölçüde yatay olarak uzanan dar kemiksi boru yapısıdır. İç kulak vestibülünün medial duvarından başlar ve posterior kranial fossada son bulur. İç kulak hücrelerinin beslenmesini, tüylü hücrelere ses iletimini ve duyu hücrelerinin denge hissini sağlayan endolenf ve perilenf dolaşımını sağlayan önemli bir yapı olarak kabul edilir. Klinik olarak, genişlemesi ve daralması sensörinöral sağırılığa ve Meniere hastalığına neden olabilmektedir (Guan ve ark., 2021).

**Aquaduktus koklea:** Skala timpaniye posterior kranial fossanın subaraknoid boşluğuna bağlayan otik kapsülün kemikli bir kanaldır. Kanalin perilenf ve omurilik sıvısı arasındaki basınç farkını normalleştiren bir basınç tahliye valfi gibi davrandığı ve düşük frekanslardaki seslerin iletimine katkı sağladığı düşünülmektedir (Nagururu ve ark., 2023). Ayrıca iç kulaktaki bazı bozuklukların patogeneğinde de rol oynayabileceği aktarılmıştır (Gopen ve ark., 1997; Palva ve ark., 1972).

### **Labyrinthus Membranaceus (Zar labirent)**

Kemik labirent içerisinde aynı şekli alan zar labirent; otolit organları utrikül ve sakkül, duktus semisirkularis, duktus endolenfatikus, duktus perilenfatikus, duktus koklearis ve korti organını içerir.

**Otolit Organlar:** olarak adlandırılan utrikül ve sakkül, her biri tüylü hücrelerden oluşan duyusal bir epitel makula içeren, yarım daire şeklindeki kanallara bağlı yapı bakımından benzer kemiklerdir (Casale & Agarwal, 2023). Otolit organlar, baş hareketleri ve yerçekimini algılayıp VOR'u yönlendirmekle görevlidirler. Her bir otolit organın makula adı verilen denge reseptörleri bulunur. Utriküler makül, yatay semisirküler kanalın ön açıklığının yanında bulunur ve yatay düzlemde uzanır. Buna karşılık, sakküler makül, iki dikey yarım daire şeklindeki kanalın arasında dikey düzlemde yer alır (Walker, 2014).

VOR (Vestibülo-oküler refleks), baş hareketleri sırasında nesneler üzerindeki görüşü stabilize eden göz hareketleri oluşturmak için iç kulağın vestibüler labirentinden gelen bilgileri kullanır (Broussard ve ark., 2010).

Makulada bulunan tüylü hücrelerin üzerini jelatinöz membran (otolitik membran) adı verilen bir tabaka kaplar ve bunun üzerinde otokonia adı verilen kalsiyum karbonat kristalleri bulunur. Hareket halinde otolit taşları tarafından eğilen tüy hücrelerinin uzantıları geçici olarak yer değişikliği yapar. Otolitik zarın tüy hücreleri üzerindeki konumu üzerine etki eden kuvvetin büyüklüğüne ve yönüne bağlıdır. Yerçekimine paralel lineer hareket utriküler makülayı, dik lineer hareket ise sakküler makülayı uyarır (Purves ve ark., 2001).

**Duktus semisirkularis:** Kemik semisirkuler kanal içerisinde utriküle açılan süperior, posterior ve lateral olmak üzere üç yarım daire şeklindeki semisirküler kanal birbirine 90°'lik dik açılarda uzanır (Michael-Titus ve ark., 2010). Genel olarak yan yarım daire kanalının ön ve arka yarım daire kanallarından daha küçük olduğu kabul edilir (Lee ve ark., 2013). Tüm açısal hareketler en az iki kanalı ve genellikle üçünü de uyarır (Baloh, 2003).

**Duktus endolenfatikus:** Utrikül duktus utrikulosakkularis aracılığı ile sakkülden başlayan duktus endolenfatikus'a bağlanır. Duktus endolenfatikus aquaduktus vestibuli adlı kanalda ilerleyerek dura mater'in altında bulunan saccus endolymphaticus adlı kesede sonlanır. Endolenf, endolenfatik kanal aracılığıyla dura materin venöz sinuslarına akar (Arıncı & Elhan, 2014).

Duktus perilenfatikus skala timpani ile subaraknoid boşluk arasında bağlantı yapan duktus perilenfatikus, periostal kan damarları tarafından üretilen perilenfin subaraknoidal boşluğa akışını sağlar (Arıncı & Elhan, 2014).

**Duktus koklearis:** Ductus cochlearis, cochlea'nın tepesinde bulunan kör ucuna caecum cupulare, taban kısmındaki kör ucuna ise caecum vestibulare denilen iki ucu kapalı üç yüzlü bir boru şeklinde olan ortalama 35 mm uzunluğunda bir zar borudur. Ayrıca, caecum vestibulare'ye yakın bölgeden çıkan bir kanal da sacculus'a bağlanır. Ses duyusu ile ilişkili olan ductus cochlearis, canalis spiralis cochleae'nin dış duvarına yaslanmış durumdadır. Bu yapının kesiti üçgen

şeklindedir ve tabanı, canalis spiralis cochleae'nin dış duvarına otururken tepesi de lamina spiralis ossea'nın serbest ucuna yapışır. Üst duvara paries vestibularis, alt duvara ductus cochlearis ve dış duvara ise paries externus ductus cochlearis denilmektedir (Arıncı & Elhan, 2014).

İç kulak venleri arterleriyle birlikte seyreden bir damar ağı ile beslenir, iç kulağı besleyen ana arterler a.labyrinthi ve a.stylomastoidea'dır. A.labyrinthi, iç kulak yolundan girer ve yolun dip kısmında r.cochlearis ve r.vestibulares olarak adlandırılan dallara ayrılır. R.cochlearis, tekrar 12-14 adet ince dala bölünür ve area cochleae'deki deliklerden geçerek modiolus'a girer. Buradan da lamina spiralis ossea ve membrana spiralis boyunca dağılır. Vestibular dalı ise utriculus, sacculus ve canalis semicircularis'te dağılır (Arıncı & Elhan, 2014).

## 1.2. İşitme Anatomi ve Fizyolojisi

İşitme sistemi, işitme duyusunu yani çevreden gelen sesleri algılama, tanıma, nereden geldiğini anlamamızı sağlar. Beyin, ortamdaki bir sesin kaynağını belirlemek için kulaklar arasındaki sinyallerin zaman ve yoğunluğundaki farklılıklara güvenir (Gelfand, 2009).

İki kulağın aynı anda kullanılması ses kalitesi ve hassasiyeti sağlarken, ses dalgalarının binaural olarak (çift yönlü) işitilmesi, farklı yönlerden gelen dalgaların işitilebilirliğini artırır, bu da arka plan gürültüsünü bastırırken istenen bir ses kaynağına odaklanma yeteneği sağlar. (Balfour & Hawkins, 1992; Byrne ve ark., 1992; Day ve ark., 1988; Stach & Ramachandran, 2021)

Ses, havada veya herhangi bir fiziksel ortamda (gaz, sıvı ve katı) yayılabilen mekanik bir enerji dalgasıdır. Bu uzunlamasına dalgalar, alternatif sıkışma ve kırılmalardan oluşur. Ses dalgaları bir ortamdan geçtiğinde, bu ortamın parçacıkları, ses dalgasının yönüne paralel olarak titreşir. Bir konuşmacı veya herhangi bir ses kaynağı, kulak tarafından uygun işitsel sinyallere dönüştürülen belirli titreşim kalıplarını üretir (Alishbah ve ark., 2022; Arifur & Emdadul, 2013).

İşitilebilir frekans bandındaki moleküllerin titreşimi, hava, sıvı veya katı maddeler aracılığıyla iletilen sesi oluşturur. Bu titreşimlerin fiziksel özellikleri,

insan kulağı ve başın diğer bölümleri tarafından algılandığında sesin perdesini ve yüksekliğini ifade eder. İnsan kulağı, doğası gereği hava yoluyla iletilen sesleri algılayacak şekilde çalışır. Tıpkı görme gibi, işitme de uzun mesafeli bir duyudur, ancak duymanın görmeye kıyasla bir avantajı vardır: ses dalgaları nesnelerin etrafında yayılabilir. Bu özelliğinden dolayı insan ve hayvanlar, görmedikleri bir cismin seslerini duyabilir ve yaklaşmakta olan unsurlara karşı erken tedbir alabilirler. Hassas bir insan kulağı, 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki frekansları duyabilir. 20 Hz'in altındaki infrasonik frekanslar insan kulağı tarafından algılanmaz, ancak beyin bunları kafatası, çene kemiği ve deri yoluyla algılar. 20.000 Hz'in üzerindeki ultrasonik titreşimler insan kulağı tarafından duyulamaz, ancak yarasalar ve yunuslar gibi hayvanlar tarafından nesnelerin ekolokasyonu için kullanılırlar. İnsan kulağı, normal konuşmayı kapsayan 1500–4000 Hz aralığındaki frekanslara karşı yüksek duyarlıdır (Saladin, 2021; Sundar ve ark., 2021).

İşitme, ses titreşimlerinin dış ortamdan aksiyon potansiyellerine dönüştüğü süreçtir. Titreşen nesneler, hava molekülleri yardımıyla ses dalgaları olarak dış kulağa ulaşır. Aurikula tarafından toplanan ses dalgaları huni şeklindeki dış kulak yolu ile timpanik zara iletilir ve timpanik zarın titreşmesi ile işitme süreci başlatılmış olur. Bu enerji akışının önündeki herhangi bir engel, işitme bozukluğu yaratacaktır (Turner, 1990). İnsan kulak kepçesi neredeyse hareketsiz olduğundan ve o kadar büyük olmadığından, ses toplamada diğer memelilerin kulaklarına göre daha az etkilidir. Bu rezonans mekanizması sadece kısa dalga boylu ses dalgalarıyla (2000 ile 7000 Hz arasındaki frekanslar) çalışır ve böylece insan kulağının ünlüleri ünsüzlerden ayırt etmemize yardımcı olan bazı frekanslara olan duyarlılığını belirler (Maier & Ruf, 2016; Sánchez López de Nava & Lasrado, 2023).

Timpanik zara ulaşan titreşimler daha sonra yine orta kulakta bulunan kemikçik zincirine (malleus, incus ve stapes) ulaşır. Stapes ile oval pencereye ulaşan titreşimler perilenfin hareketlenmesiyle kokleayı uyarır. Kokleada enerji artık titreşim şeklinde değildir ve sıvı forma dönüşen enerji baziler zar denilen korti organında tüylü hücreler yardımıyla elektriksel sinyallere dönüştürülür (Driver & Kelley, 2020) ve bu sinyaller, sinir sistemi ve beyin sapı yardımıyla,

inferior kollikulus adı verilen bir alanın onları işlediği orta beyne gider. Son olarak sinyaller beynin iç kısmında bulunan başka bir alana, talamusa iletilir. Bu bölgede sinyaller beynin dış tabakasının işitsel korteks adı verilen bir bölgesine aktarılmadan önce işlenir (Blackwell ve ark., 2020; Maier & Ruf, 2016; Sánchez López de Nava & Lasrado, 2023; White ve ark., 2023).

### 1.3. Presbiakuzi

Presbiakuzi yaşlı (prébyss) ve işitme (ákousis) anlamlarına gelen yunanca bir terimdir (Koopmann, 1991; Zwaardemaker, 1891). Yaşa bağlı olarak gelişen işitme kaybı, genelde belirgin bir neden olmaksızın işitme işlevinin tehlikeye girdiği, işitme eşiklerinin yükseldiği ve frekans çözünürlüğünün zayıfladığı, memeli yaşlanmasının evrensel bir özelliğidir. Presbiakuzi genelde simetrik ve sinsi bir şekilde ilerler. Etiyolojide poligenik ve çok faktörlüdür (Wright ve ark., 1987).

Yaşlanmayla birlikte yüksek frekanslardan düşük frekanslara doğru ilerleyen iki taraflı bir işitsel hassasiyet kaybı durumu söz konusudur. Bununla birlikte, işitme kaybının oranı doğrusal değildir ve oldukça değişkendir. Yapılan bir çalışmada işitme seviyesindeki değişkenlik yaş ile zayıf bir şekilde ilişkilendirilmiştir (Gates & Cooper, 1991). Buna göre, yaşa bağlı değişikliklerin tek tip olarak meydana gelmediği ve birden fazla patolojik sürecin işitsel sistem üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu çeşitlilik, presbiakuzi etiyojisinde genetik ve çevresel faktörlerin karmaşık etkileşiminin sonucu olarak görülmektedir (Liu & Yan, 2007).

Presbiakuzi her ne kadar yaşlanma ile ilişkili olsa da 30'lu yaşlarda başlayabilir ve ilerleyen yaşlara kadar kademeli olarak artış gösterebilir. Kayıp tipik olarak iç kulak yapısının tabanında meydana geldiğinden, başlangıçta çaydanlık veya tencere düdüğü veya kapı zili gibi yüksek frekanslı tonlarda işitme bozulur. Konuşma algısı korunur çünkü konuşma daha düşük ses frekanslarında duyulur. İşitme hassasiyetinin aşamalı kaybıyla, presbiakuzi hastalarında özellikle gürültülü mekanlarda konuşmayı ayırt etmede güçlükler başlar. Kayıp 2–4 kHz aralığına ilerlediğinde ünsüz ve sesli harf tanımlama

eşikleri artar. Konuşma algısı korunsa da, söylenenleri ayırt etme veya tanıma yeteneği azalmıştır (Cech & Martin, 2012; van Rooij & Plomp, 1990).

Presbiakuzi fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal düzeyde yansımaları olması bakımından da karmaşıktır; yaşam kalitesi bozulabilir ve bazı insanlar için depresyon, sosyal izolasyon ve özgüven düşüklüğüne yol açabilir (Ciorba ve ark., 2015; Lee, 2013b; Liu & Yan, 2007).

### **1.3.1.Etiyoloji**

Presbiakuzi'nin belirgin bir nedeni olmadığından etiyolojisi karmaşıktır. Presbiakuzi terimi yaşa bağlı işitme kaybını ifade etse de, yaşlanmanın genel etkileri dahil olmak üzere işitme kaybının birçok nedeni vardır. Hastaların kalıtsal ve çevresel faktörlerden kombine bir şekilde etkilendiği varsayılmaktadır (Isaacson & Vora, 2003)

Uzun süre gürültüye maruz kalma, diyet, fiziksel etkenler, tütün kullanımı ve ilaç kullanımı presbiakuziye zemin hazırlayan çevresel risk faktörlerinden bazılarıdır. Ayrıca erkek cinsiyet, stres, metabolik ve vasküler durumlar (diyabet, dislipidemiler, arteriyel hipertansiyon, ateroskleroz, verterbrobaziler yetmezlik) ve kalıtım gibi durumlar da risk faktörü olarak bildirilmiştir (O'Handley ve ark., 2012; Sousa ve ark., 2009)

Cinsiyete göre, erkeklerin yaşlandıkça işitme kaybı yaşama olasılığı daha yüksektir (F. R. Lin, R. Thorpe, ve ark., 2011; Pearson ve ark., 1995). Mesleki farklılıklar gereği erkeklerin yaşamları boyunca daha fazla zarar verici gürültüye maruz kaldıkları ve bunun yaşa bağlı işitme kaybına katkısı olduğu düşünülmektedir (Helzner ve ark., 2005).

Yaşa bağlı işitme kaybına katkıda bulunan yapısal değişiklikler arasında kokleanın tabanındaki tüylü hücrelerin dejenerasyonu, sinir hücrelerinin dejenerasyonu, ilişkili vasküler ve bağ dokularının atrofisi ve kortikal işitme merkezlerindeki nöronların kaybı yer almaktadır (Cech & Martin, 2012).

Kokleanın yaşa bağlı dejenerasyonu sebebiyle de tüy hücrelerinin yitilmesi sonucunda tüy hücreleri yenilenememekte ve kayıp kalıcı olmaktadır. Gözün aksine kulakta kulak kapağı olmadığı ve gece gündüz çalışmak zorunda

olduğundan herkesin, ne kadar sağlıklı olursa olsun, tüy hücrelerinin zamanla kaybedilmesi nedeniyle er ya da geç presbiakuzi geliştirebileceği öngörülmektedir (Zhang ve ark., 2013).

Literatürde birçok risk faktörü tanımlansa da, presbiakuzi ile bu risk faktörleri arasındaki ilişki tartışma konusu olmaya devam etmektedir.

### **1.3.2.Epidemiyoloji**

DSÖ tarafından 2021 Mart ayında yayımlanan rapora göre, küresel olarak 1,5 milyardan fazla insanın, yaşam boyunca işitme kapasitelerinde bir miktar düşüş yaşadığı (küresel nüfusun yaklaşık %20'si), 2050 yılına kadar yaklaşık 2,5 milyar insanın işitme kaybına uğrayacağı; bunlardan en az 400 ila 700 milyon kişinin sağlık/rehabilitasyon hizmetlerine ihtiyaç duyacağı bildirilmiştir (GBD 2019 Hearing Loss Collaborators, 2021; WHO, 2021).

İşitme kaybının bireysel anlamda kişilerarası iletişim, psikososyal refah, yaşam kalitesi ve ekonomik bağımsızlığı olumsuz etkilemesinin yanı sıra eğitim sorunları, üretkenlik kaybı ve artan sağlık harcamaları neticesinde küresel olarak yıllık 980 milyar dolarlık bir maliyete neden olduğu tahmin edilmektedir (Bainbridge & Wallhagen, 2014; Lisan ve ark., 2022; McDaid ve ark., 2021; Mick ve ark., 2014).

DSÖ'ne göre 2030 yılına kadar her 6 kişiden 1'inin 60 yaş ve üzerinde olacağı, 2050 yılına kadar 60 yaş ve üzerindeki nüfusun ikiye katlanarak 2,1 milyar'a ulaşacağı tahmin edilmektedir (WHO, 2022).

TÜİK 2022 verilerine göre Türkiye'de 65 ve üzeri nüfusun, 2017 yılında 6 milyon 895 bin 385 kişi iken 2022 yılına kadar %22,6 artışla 8 milyon 451 bin 669 kişiye yükseldiği bildirilmiştir. Bu verilere atfen yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı 2022 yılı itibarıyla %44,4'ü erkek, %55,6'sı kadın olmak üzere %10'luk bir dilime karşılık gelmektedir (TÜİK, 2023).

İşitme kaybı insidansı yaşla birlikte artar ve prevalans, yaşamın her on yılında neredeyse iki katına çıkar. İşitme kaybının en sık görüldüğü aralık 60-69 yaş grubu ve 85 yaş üzeri bireyler olarak bildirilmiştir (Hoffman ve ark., 2017; F. R. Lin, J. K. Niparko, ve ark., 2011; F. R. Lin, R. Thorpe, ve ark., 2011).

Yaşlılıkta sıklıkla görülen önemli bir sorun olan işitme kaybı, 65-74 yaş aralığında %33 olan görülme sıklığı, 75-84 yaş aralığında %45'e ve 85 yaş ve üzerinde %62'ye ulaşmaktadır (Weinstein, 1994). Literatürde 70 yaş üzeri bireylerde her üç kişiden ikisinde işitme kaybının olduğu raporlanmıştır (Frank R Lin ve ark., 2011). İşitme kaybı, artirit ve hipertansiyondan sonra yaşlı bireylerde en yaygın görülen üçüncü kronik hastalıktır (Calvin & Watley, 2015).

### **1.3.3.Presbiakuzi Belirtileri ve Tanı**

Presbiakuzi'nin belirtileri, bireyler üzerinde farklı semptomlarla kendini gösterebilir. Genelde işitme bozukluğundan yakınılmaz. Kişi arka planda gürültü olan bir ortamda konuşmaları anlamakta zorluk çeker. Bozuk sesler ve yanlış yorumlanan kelimeler sonucu kişi konuşmaktan rahatsız olmaya başlar. Odyogramlarında yüksek frekanslarda düşük eğim gösteren hastalarda konuşmayı ayırt etme yeteneği belirgin bir şekilde azalmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2010). İşitme kaybı olan birçok kişi, harici bir ses kaynağı yokken bir veya iki kulakta kulak çınlaması yaşar (Jastreboff & Hazell, 1993).

İşitme kaybının tanısında odyolojik test ile fiziki muayenesi yapılmalı ve ayırıcı tanıda konulmalıdır. Hasta öyküsünde geriye dönük kulak hastalıkları, gürültüye maruz kalma durumu, ilaç kullanımı, travmatik olaylar, onkolojik geçmiş ve endokrin nedenler ayırıcı tanıda ayrıca değerlendirilmelidir. Ayrıca depresyon ve bunamanın da ayırıcı tanıda üzerinde durulmalı, her iki durum da işitme kaybıyla ortaya çıkabilen ilgisizlik, dikkatsizlik ve sosyal kopukluk ile kendini gösterebileceği unutulmamalıdır. Hasta öyküsü, kliniği ve odyolojik inceleme sonrası tanı konulur (Michels ve ark., 2019; Sağlık Bakanlığı, 2010).

Pratikte uygulaması kolay olan parmak vurma (finger rub) ve fısıltılı konuşma testleri (whispered voice) doğru ve güvenilir testlerdir. Fısıltı testi; kulağa 30 cm. uzaklıktan söylenen kelimelerin en az %50si kadarının tekrar edilmesi şeklinde uygulanan bir yöntemdir. Her yıl düzenli olarak yapılan işitme testleri ve odyometrik ölçümler altın standart olarak kabul edilir (Beğer ve ark., 2011; Edmiston & Mitchell, 2013; Ellis & Langhorne, 2004; Stott ve ark., 2008; Uy & Forciea, 2013). Bu testler %80-100 oranında duyarlılık gösterir. Çevrimiçi

olarak veya akıllı telefon uygulamaları yardımıyla da uygulanabilmektedir (Michels ve ark., 2019).

#### 1.3.4.Presbiakuzi Tipleri ve Sınıflandırılması

Presbiakuzi, işitsel yapılardaki farklı değişiklikleri yansıtan birkaç spesifik alt tipi içerir. Bu tiplerin her biri farklı karakteristik özelliklere sahiptir (Whitbourne, 1998). Presbiakuzi Schuknecht ve Gacek tarafından 1969'da odyometrik testler ve temporal kemik patolojisi sonuçlarına dayalı olarak sensörial, nöral, metabolik ve koklear kondaktif olmak üzere dört kategoriye ayrılmıştır (Ellysa ve ark., 2023; Gacek & Schuknecht, 1969). Schuknecht ve Gacek 1993 yılında yaşa bağlı işitme kaybını yeniden sınıflandırmış; mikst ve ara presbiakuzi olmak üzere karışık ve belirsiz tipler eklemiştir (Lee, 2013b; Schuknecht & Gacek, 1993).

**Sensör Presbiakuzi:** Sensör presbiakuzi, yüksek frekans aralığında işitme kaybına yol açan Corti'nin dejenerasyonundan kaynaklanmaktadır. Genellikle orta yaş popülasyonunda görülür. Kokleanın dış tüy hücrelerinin kaybı hem insan hem de hayvan çalışmalarında en belirgin değişik olarak aktarılmıştır (Bhattacharyya & Dayal, 1989; Lee, 2013b; Ohlemiller, 2004; Schuknecht & Gacek, 1993; Suga & Lindsay, 1976; Wright ve ark., 1987).

**Nöral Presbiakuzi:** Yaşlanan işitme sisteminde duyuşal nöronlar olumsuz etkilenir. Koklear nöronun %50 veya daha fazlasının kaybı nöral presbiakuzi için belirteç olarak görülebilir (Otte ve ark., 1978). İşitme siniri liflerinin miyelin kılıfının bozulması, sinir hücreleri mevcut olsa bile iletimin bozulmasına neden olmaktadır. Bu durumda, tüm frekanslar için saf tonların işitilmesi etkilenir, ses frekansı arttıkça işitme kaybının boyutu da artar. Sonuç olarak, afferent sinirin %50'sinin kaybı konuşmayı ayırt etmede azalma ile karakterizedir (Lee, 2013b; Makary ve ark., 2011; Pauler ve ark., 1986; Timiras, 2007).

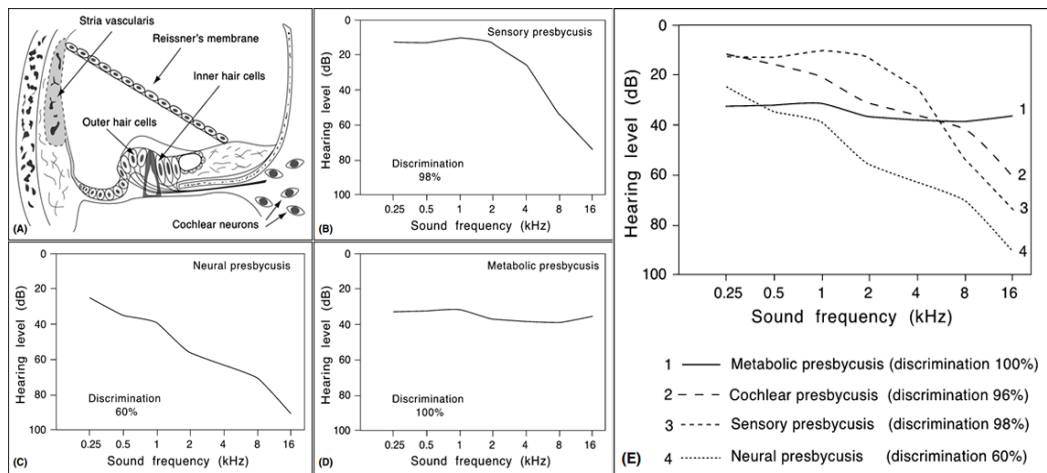
**Strial Presbiakuzi:** Strial presbiakuzi, odyogramda tüm frekans aralıklarında işitme kaybı ile karakterizedir. Stria vasküler hücrelerinin atrofisi veya dejenerasyonundan kaynaklanır. Bu hücreler, sinyal iletimi için endokoklear potansiyeli oluşturmak amacıyla endolenfin uygun iyon bileşimini korumak için

gereklidir. Stria vasküleriste %30 veya daha fazla doku kaybı endolenfatik potansiyel kaybıyla işitme eşiğinde azalmaya neden olmaktadır (Lee, 2013b; Pauler ve ark., 1988; Salt ve ark., 1987).

**Koklear-Kondaktif Presbiakuzi:** Koklear-Kondaktif presbiakuzi, kokleanın bazal kısmındaki baziler membranın sertleşmesinden kaynaklanan dejeneratif değişikliktir. Düşük frekanslı bir işitme kaybı vardır ve konuşmaları anlamada güçlük çekilmez (Lee, 2013a).

**Mikst Presbiakuzi:** Birden fazla presbiakuzi tipinde patolojik değişiklikler ile karakterizedir. Koklear bazal bölgede 10 mm'lik dış tüy hücrelerinin kaybı ile birlikte koklear nöron (%50 ve üzeri) ve stria vaskülaris (%30 ve üzeri) kaybı görülür (Lee, 2013a).

**Ara Presbiakuzi:** Schuknecht'ın temporal kemik üzerindeki çalışmaları tüm presbiakuzi vakalarının yaklaşık %25'inin diğer tiplere nazaran herhangi bir belirti göstermediğini ortaya koymuş (Roehm ve ark., 2013; Schuknecht & Gacek, 1993), belirsiz veya ara presbiakuzi olarak sınıflandırılmıştır. Belirsiz tipin, optik mikroskopi altında koklear dokuda herhangi bir anormallik göstermemesine rağmen, stereocilia ve mekanoelektrik transdüksiyon kanallarının uç bağlantılarındaki mikroyapısal hasardan ve merkezi işitme bozukluğundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Willott, 2009). (Şekil 7)



**Şekil 7:** Yaşlı bireylerin odyogramları (A) İnsan kokleasının şematik kesiti; (B – E) Presbiakuzi tipleri (duyusal, nöral, koklear ve strial) (Timiras, 2007)

## 1.4.Denge

### 1.5.Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

Vestibüler sistem, beynimize propriyosepsiyon, denge, hareket, baş pozisyonu ve uzamsal yönelim hakkında bilgi sağlamaktan sorumlu, beş ana bileşenden oluşan ve iç kulakta bulunan duyuusal sistemdir. Vestibüler Sistem, periferik, santral ve motor bölüm olmak üzere üç kısımdan meydana gelmektedir. Vestibüler sistemin periferik bölümü semisirküler kanallar, otolit organlar, vestibüler sinir ve gangliyondan meydana gelmektedir. Hareket verilerinin iletilmesinde 5 farklı nöroepitelyal yapı kombine olarak çalışmaktadır. Santral kısım vestibüler nükleus, ikincil nöronlar ve santral bağlantılardan oluşmaktadır (Guyton & Hall, 2007).

#### 1.5.1. Periferik Vestibüler Sistem

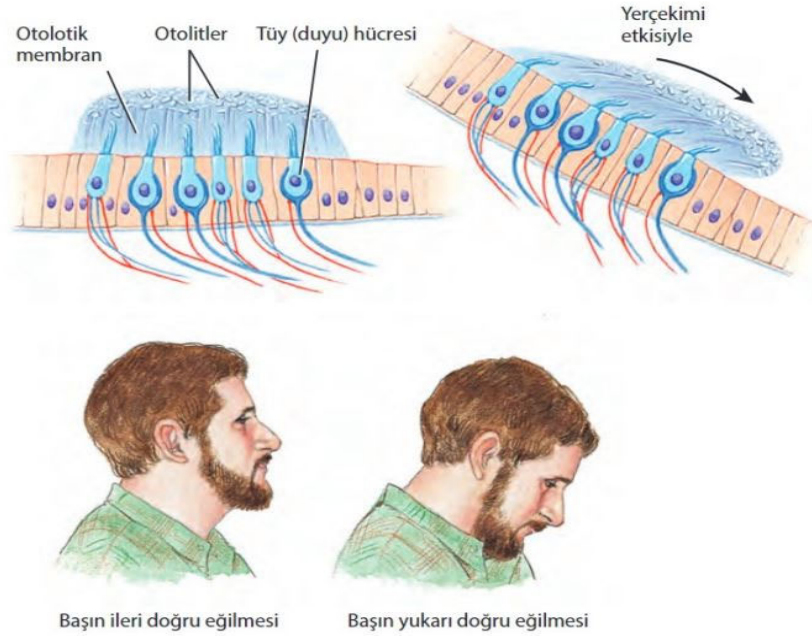
Periferik vestibüler sistem; kemik ve zar labirent olmak üzere iki bölümden oluşan, her bir iç kulağın anterior, posterior ve lateral olmak üzere üç semisirküler kanalı ile birlikte utrikül ve sakkül olarak adlandırılan otolitik organlardan oluşur (Ango & Dos Reis, 2019; Glover, 2004; Merchant ve ark., 2000).

#### Tüy Hücreleri

Utriculus ve sacculus'un tüysü (duyu) hücreleri, iç kulakta kafa hareketini algılayan ve böylece vücudun yönlendirilmesi ve hareketlerin koordine edilmesini sağlayan, semisirküler kanallar ve otolitik organların duvarlarına gömülü hareket alıcılarıdır. Vestibüler tüylü hücreler ve innerve edici nöronlar yaşla birlikte dejenere olmaktadır (Burns & Stone, 2017).

Ampullanın tüysü hücreleri gibi, utriculus ve sacculus'daki tüysü hücrelerin silyaları da jelatin benzeri yapı içinde yerleşmiştir. Ancak bu maddenin yüzeyi statoconia olarak adlandırılan yoğun kümelenmiş kalsiyum karbonat kristalleri içerir. Bu jelatin-benzeri madde ve kalsiyum karbonat kristalleri kombinasyonu otolit olarak bilinir. Baş nötral pozisyonda olduğunda, statoconia makula üstüne oturur. Ürettiği basınç bu nedenle aşağıya doğru olur ve tüysü hücre mikrovillusları aşağı itilir. Baş aşağı doğru hareket ettirildiğinde, statoconia

üzerindeki yerçekimi etkisi ile kayar ve mikrovilluslar bir taraftan diğer tarafa taşınır. Bu durum hücre zarını distorsiyona uğratar ve değişmiş nörotransmitter salınımını tetikler (Şekil 5) (Peate & Nair, 2014).



**Şekil 8:** Başın ileri (sağ) ve yukarı (sol) doğru eğilmesi ile makula pozisyonu (Peate & Nair, 2014)

### Utrikül ve Sakkül

Otolit organlar (utrakül ve sakkül), başın doğrusal ivmesi ve baş eğimini algılar, utrikül yatay hareketleri ve sakkül ise dikey hareketleri algılamaktadır. Sırasıyla utrikulus ve sakkulusun duvarında duyuşal makula utrikuli ve makula sakkuli bulunur. Her bir otolit organın makulu,  $1\text{mm}^2$ 'den daha az bir yüzey alanına sahip, yoğun bir otolitik zarı destekleyen tüy hücreleri içeren duyuşal epitelden oluşur. Utrikülün makulası yatay olarak otururken sakkülün makulası dikey hareketi algılamak için sagittal olarak oturur. Cristae'ye benzer şekilde, her makula, striola olarak adlandırılan eğrisel bir eksen boyunca sıralanan tüylü hücreleri barındıran jelatinimsi bir matristir. Ek olarak, küçük kalsiyum karbonat birikintileri olan otoconia, makula içine gömülür ve bu da yoğunluğunu artırarak doğrusal hareketlere karşı daha duyarlı hale getirir. Otolitler, vestibülo-spinal ve vestibülo-oküler refleks çıktıları için semisirküler kanallar ile birlikte girdi sağlar. (Kirtane ve ark., 2013; Mucha ve ark., 2018).

Bu küçük organlar denge uyarılarını (vücut pozisyonu, translasyonel ve rotasyonel ivmeler) algılar ve bu bilgiler sekizinci kranial sinirin (CN VIII) vestibüler kökü yoluyla beyin sapına iletilir (Cozzi ve ark., 2017).

### **Semisirküler Kanallar (Yarım Daire Kanalları)**

Rotasyonel baş hareketlerini algılayan üç adet yarı dairesel semisirküler kanal vardır. İki çift yatay kanal, yatay düzlemin üzerinde 30 derecelik bir eğimde uzanır. Superior kanal olarak da adlandırılan ön kanal, orta sagittal çizginin yaklaşık 45 derece dışında ve kulak içi çizginin 45 derece önünde yer alır. Posterior kanal, intraaural hattın 45 derece posteriorundadır. Bu nedenle, ön kanal kontralateral tarafta arka kanala paraleldir. Yarım daire biçimli kanalların her biri için, bir uç girişe açılırken, diğeri duyusal transdüksiyonun meydana geldiği crista ampullaris ve kupulayı barındıran ampulla olarak bilinen bir genişlemeye açılır. Crista ampullaris, içine tüylü hücrelerin gömüldüğü jelatinimsi bir yapıdır. Kupula, kristayı kanalın ampulle edilmiş ucu boyunca askıya alan membranöz bir diyafram görevi görür (Kirtane ve ark., 2013).

Hareketle birlikte aktive olan semisirküler kanallar endolenf ile dolar. Endolenf sıvının hareketiyle birlikte bu kanalların baş kısımlarda bulunan ampullalarda (krista ampullaris) tüylü hücrelerin uyarılmasıyla açışal hareketler algılanmış olur. Vestibüler sistemdeki tüylü hücreler, vestibüler ganglion nöronlarıyla temas eder ve daha sonra beyinciğin vestibüler bölgesine sinir hücreleri yardımıyla duyusal bilgi gönderir (Dow, 1936; Michael-Titus ve ark., 2010).

### **1.5.2. Santral Vestibüler Sistem**

Periferik sistemden gelen görsel ve sensörial girdiler vestibüler sistemden, postür ve dengeyi korumak için gerekli motor hareketleri koordine eden serebelluma gönderilir (Ango & Dos Reis, 2019; Ito, 2006). Doğrudan serebelluma sinyal gönderen liflere birincil afferentler denir. Beyin sapı çekirdekleri aracılığıyla (diğer duyu sistemlerinden de bilgi alan) dolaylı olarak sinyaller gönderen liflere ikincil afferentler denir (Ango & Dos Reis, 2019; Maklad & Fritzsche, 2003). Vestibüler bilgi beyin sapına VIII kranial sinir yoluyla

gelir. Sinyaller, medulla ve ponsa bulunan vestibüler nükleer komplekse girer. Dört ana çekirdek, vestibüler nükleer kompleksi (superior, inferior, medial ve lateral) içerir. Santral sistem temelde görme sabitliği ve postural kontrolü sağlayan refleksleri stimule etmektedir (Brandt & Dieterich, 1994).

### **Vestibüler Sinir**

Vestibüler sinir, denge impulslarının iletilmesinden sorumludur. Vestibüler sinirin üst bölümü, üst ve yan kanalların kristallerini, sakkülün makulasının anterosuperior kısmını ve utrikülün makulasını innerve eder. Vestibüler sinirin alt dalı, posterior kanalın kristasını ve sakkülün makulasının ana bölümünü innerve eder. Vestibüler ganglionun hemen medialindeki bir noktada, vestibüler sinirin her iki bölümünün sinir lifleri tek bir gövde halinde birleşir ve bu da daha sonra beyin sapına girer. Daha sonra afferent liflerin çoğu, hücre gövdelerini içeren dört ventriküler çekirdekten birinde son bulur. Serebellum ile doğrudan sinaps yapan tek kranial sinirdir (Waldman, 2009).

### **Vestibüler Çekirdekler (Nükleuslar)**

Dört vestibüler çekirdek (Süperior/Bechterew, Lateral/Deiters, Medial/Schwalbe ve Desandan/Inferior), beyin sapında medulla ve pons arasında yerleşir. Superior ve medial vestibüler çekirdekler, girdilerin çoğunu semisirküler kanalların cristae ampullares'ından alırken, lateral ve inferior çekirdekler, yarı dairesel kanallar ve otolit organlardan alır. Vestibüler çekirdekler, periferik vestibüler yapılardan, serebellumdan ve diğer duyu sistemlerinden gelen girdileri entegre eder (Fife, 2010).

#### **1.5.3. Motor Tepkiler**

Vestibüler sistem çeşitli refleksif motor tepkilere de önemli katkılarda bulunur. Bunlar; kişi hareket ettiğinde veya kişinin etrafında nesneler hareket ettiğinde meydana gelen refleksif göz hareketleri sırasında retina üzerindeki görüntülerin sabitlenmesine yardımcı olarak görme keskinliğini artıran vestibülo-oküler refleksler. Kalp hızı, solunum, sindirim gibi istem dışı hareket eden sistemleri stabilize etmeye yardımcı olan vestibülo-otonomik refleksler ve başımızın ve vücudumuzun yerçekimine göre stabilize olmasına yardımcı olan,

yürürken ve dik dururken bize yardımcı olan vestibülo-spinal reflekslerdir (Merfeld, 2009).

## **Vestibüler Refleksler**

### **Vestibülo-oküler Refleks (VOR)**

Beyin sapında yer alan VOR, vestibüler sistemin en önemli yapısıdır. Vestibülo-oküler refleks (VOR), baş hareketleri sırasında bakışı stabilize eden göz hareketleri oluşturmak için iç kulağın vestibüler labirentinden gelen bilgileri kullanır. VOR, başa zıt yönde hareket eden gözlerin, görüntü girdilerini retina üzerinde sabit tutmasına olanak sağlar. Örneğin baş 20° sağa döndürülürse, VOR refleks olarak gözleri 20° sola hareket ettirir, böylece gözler uzayda aynı konuma bakmaya devam eder (Tollin ve ark., 2009).

Rotasyonel, translasyonel ve oküler zıt kayma olmak üzere üç vestibulo-oküler refleks bulunmaktadır (Muntaseer Mahfuz ve ark., 2018). Bilateral veya periferik vestibüler fonksiyon kaybı, baş hareketleri sırasında karanlıkta veya engebeli zeminde artan yürüyüş ve postür dengesizliği ile karakterizedir. Vestibüler sistemin tek taraflı akut veya subakut yetmezliği, baş dönmesi, mide bulantısı ve düşme eğilimi ile kendini göstermektedir (Brandt & Strupp, 2005).

### **Vestibülo-spinal Refleks (VSR)**

Vestibülo-spinal refleks (VSR), vestibüler mekanizmanın otolitik yapılarından, vestibülospinal traktların aktivasyonu yoluyla postüral kontrolü sağlamak için kaslara yanıt oluşturan, vücut hareketlerini organize eden reflekstir (Fuller, 2020). Görsel ve somatosensoriyel girdilerden gelen bilgiler, vestibülospinal refleks yoluyla postüral stabilite elde etmek için periferik vestibüler girdilerle entegre edilir. Ayaklardan ve boyun, gövde ve ekstremitelerdeki kas reseptörlerinden gelen sinyaller ile vestibüler ipuçları, yerçekimine göre ayakta durma ve hareket sırasında kas tonusunun ve duruşun korunmasına yardımcı olur. Spinocerebellar yollardan, fastigial çekirdeklerden, alt zeytinden, arka vermisten ve ön serebellar korteksten gelen somatosensoriyel girdiler, sinyalleri vestibüler çekirdeklere iletir. Utrikül ve sakkülden gelen bilgilerle birlikte bu bilgi daha sonra ağırlık merkezini korumak

için omurga, kalça, diz ve ayak bileği kas gruplarının uygun kasılmasını sağlamak üzere medial ve lateral vestibülospinal yollar yoluyla omurilik ve bacak kaslarına geri iletilir. Vestibülo-spinal refleksler başın hareketlerine göre vücut pozisyonunu ayarlayarak iskelet sisteminin tutarlı olarak dengede kalmasını sağlamakla birlikte düşmeleri önler (Kirtane ve ark., 2013).

### **Vestibülo-kolik Refleks (VCR)**

VCR, otolit organlar ve semisirküler kanallarla, baş hareketi algılandığında boyun kaslarında ortaya çıkan yanıttır. Başın dik duruşu ve pozisyonunu stabilize etmesini sağlar. Vestibüler sistemin aktif veya pasif olarak uyarılması için kullanılabilir (Keshner, 2009).

### **1.6. Vestibüler Sistem Değerlendirme Testleri**

Vestibüler sistemin işleyişinde meydana gelen bozukluklar sonucunda göz hareketlerinin kontrolü ve denge mekanizması olumsuz etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar, vestibüler sistemin bilinçte de rol oynadığını ve sistemdeki işlev bozukluklarının uzamsal bellek, öğrenme ve yön bulma ile ilgili bilişsel eksikliklere neden olabileceğini göstermektedir (J. Casale ve ark., 2023; Dieterich & Brandt, 2015; Hitier ve ark., 2014; Zalewski, 2015). Vestibüler hasarın belirlenmesi için basit klinik vestibüler fonksiyon testleri yapılabilir.

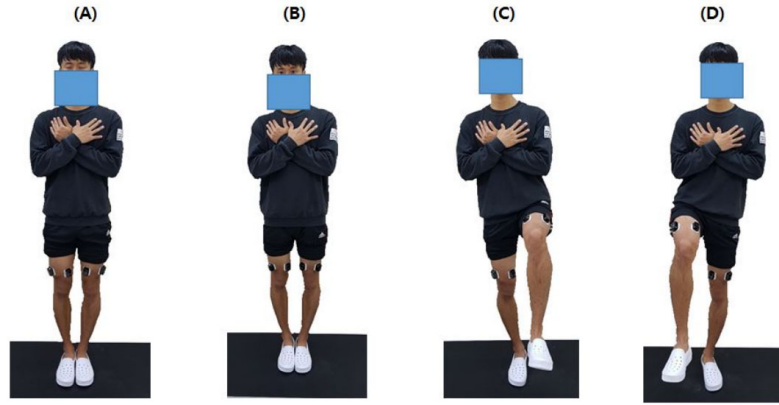
Baş dönmesi yaşayan hastaların ve denge bozukluğu olan hastaların vestibüler değerlendirmesi için çok sayıda objektif ve subjektif yöntem vardır. Subjektif değerlendirmeler en sık olarak vestibülo-spinal refleksi (VSR) değerlendirmek için uygulanır. Fukuda testi, asimetric labirent fonksiyonunu gösterebilen VSR testlerinden biridir. Babinski Weil testi, ipsilateral iskelet kasları üzerinde düzensiz bir labirent etkisi yoluyla tek taraflı vestibüler hipofonksiyonu ortaya çıkarır. Vestibüler sistemi değerlendirmek için birçok objektif test yöntemi olmasına rağmen klinisyenler tarafından subjektif testler tercih edilmektedir. Günlük yaşam hareketlerine benzeyen bu testlerle hastaların tepkileri değerlendirilir (Akis ve ark., 2023; Tadashi Fukuda, 1959; Honaker ve ark., 2009; W. J. Oosterveld, 1991; Takemori ve ark., 1985).

### 1.6.1. Subjektif Değerlendirme Testleri

#### Romberg Testi

Romberg testi, baş dönmesi, denge problemi ve sebepsiz yere düşme şikayeti ile yakınan tüm hastalarda yapılması gereken basit bir testtir. Bu semptomlar kalıtsal, metabolik, immünolojik veya diğer bozukluklardan kaynaklanabilir (Forbes ve ark., 2023; Khasnis & Gokula, 2003). Hasta, bacakları bitişik ve kollar öne doğru uzatılmış olarak dik durur. Başlangıçta hasta gözleri açık, eller yanlarda sabit bir noktaya bakarak 1 dakika ayakta durmalı ve ardından gözleri kapalı olmalıdır. Hasta gözleri kapalı olarak ayakta durur ve başını iki yöne döndürerek başını çeşitli pozisyonlarda, fleksiyonda veya ekstansiyonda tutması istenir. Görsel girdinin iptal edildiği bu durumda, postural kontrol yalnızca vestibüler girdiye ve propriyoseptif girdiye dayanır. Bir hasta normalden daha fazla sallanırsa veya düşerse vestibüler, propriyoseptif veya serebellar eksiklikler ve bunların kombinasyonları düşünülür. Gövdenin sallanma yönündeki değişiklikler, labirent dengesizliğinin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Genellikle etkilenen labirent yönünde sallanılır (Chaitow & DeLany, 2011; Webb, 2017).

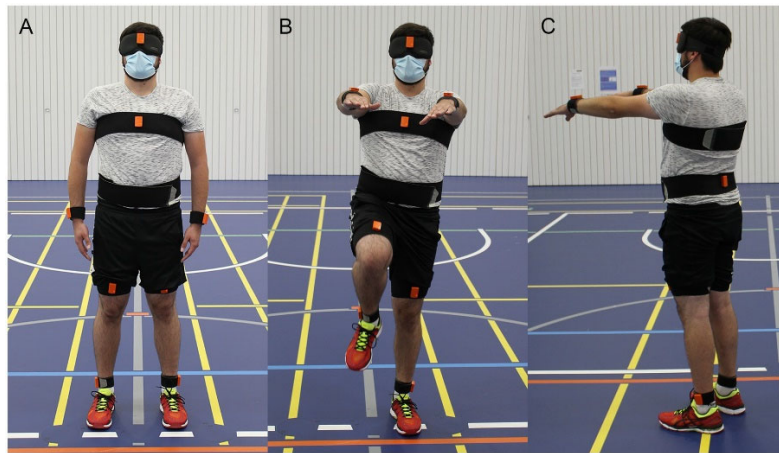
Gözler kapalıyken sallanma ve düşme eğilimi, omurga bozuklukları ile ilişkilendirilebilirken, gözler açıkken belirgin sallanma ve düşme eğilimi, vestibüler veya serebellar kaynaklı baş dönmesini düşündürür. (Liem, 2004) Ancak hastaların önemli vestibüler veya propriyoseptif eksikliklerde bile nispeten stabil durabilmeleri dikkat edilmesi gereken bir noktadır (Straumann, 2016). Kapsamlı bir öykü ve ayrıntılı fizik muayenenin yanı sıra belirtildiği şekilde laboratuvar testlerinin kullanılması önemlidir. Klinisyenler serolojik belirteçler ve tanısal çalışmaları kullanarak çeşitli hastalık olasılıklarını ekarte edebilir (Chan ve ark., 2014; Forbes ve ark., 2023).



**Şekil 9:** Romberg testi A: Göz kapalı test pozisyonu. B: Göz açık test pozisyonu. (C,D) Göz açık şekilde ayakta duran baskın bacak, baskın olmayan bacak (Chun & Lee, 2018)

### Fukuda (Unterberger) Testi

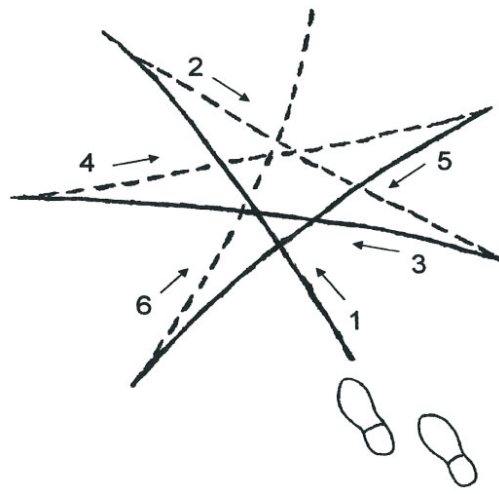
Fukuda adım testi, nörolojik ve denge bozukluğu ile ilişkili hastalıkların teşhisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hastalardan dik durmaları, her iki kolunu uzatması ve gözleri kapalı olarak 50-100 adım yürümeleri istenir. Sağlıklı vestibüler fonksiyona sahip bireyler, her iki tarafa da dönmeden ileriye doğru yürüme eğilimindedir. Vestibüler disfonksiyonun varlığında hastalar lezyon tarafına 45°'ten fazla sapma eğilimindedir. Sağa 60°'tan fazla ve sola 45°'ten fazla dönüş patolojiktir (Tadashi Fukuda, 1959; T. Fukuda, 1959).



**Şekil 10:** Fukuda/Unterberger adım testi A: sabit duruş B: kollar havada yürüyüş C: gözlemlenen son konum (Hemm ve ark., 2023)

### Babinski-Weil Testi

Bu testte hastadan gözleri kapalıyken bir daire ile sınırlanmış boşlukta dönüşümlü olarak 5 ila 10 kez tekrar tekrar ileri ve geri adım atması istenir. Patolojinin olduğu durumlarda lezyonun olduğu tarafa kademeli bir rotasyon vardır. Yıldız benzeri bir yürüyüş, ileri adımlarda lezyonun ipsilateral tarafına, geri adımlarda kontralateral tarafa sapmaya neden olan postural asimetrisinin sonucudur. Bu sapmalar, birbirini izleyen denemelerde bir araya getirildiğinde, bir yıldız şeklini çizer (Miranda ve ark., 2013).



**Şekil 11:** Babinski Weil testi (Chu & Cheng, 2007)

#### 1.6.2. Objektif Değerlendirme Testleri

##### Videonistagmografi (VNG) Testi

Videonistagmografi, özel gözlük veya maskelerde kızılötesi sensörler kullanarak göz hareketlerini kaydetme ilkesini uygulayan bilgisayarlı, non-invaziv, objektif bir testtir. Bilgisayar yazılımı kaydedilebilen göz hareketlerini ve nistagmusu ölçer ve analiz edebilir. Merkezi sinir sistemi ve periferik vestibüler sistem ile ilgili bozuklukların ayırt edilmesini sağlar (Ganança ve ark., 2010; Moideen ve ark., 2023)

## **Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Testi**

VEMP, kulağın tekrarlayan ses stimülasyonu ile uyarılması ve elektriksel aktivite tepkisinin, seçilen kaslar üzerine yüzeysel olarak yerleştirilen elektrot yanıtlarının ölçülmesiyle gerçekleştirilen vestibüler fonksiyon testidir. VEMP ses, elektrik akımı veya kemikle iletilen titreşimle uyarılan kas reflekslerinin incelenmesini amaçlar (Cushing & Papsin, 2021; Jahn, 2016).

cVEMP ve oVEMP olmak üzere iki tür VEMP testi, vestibüler sistem değerlendirmesi ve işitsel reflekslerin incelenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kulağa uygulanan uyarıyla, sternokleidomastoid boyun kaslarından yüzey elektrotları ile kaydedilebilen ve ortalaması alınan yöntem cVEMP (Servikal VEMP) olarak adlandırılırken, oVEMP (Oküler VEMP) ekstraoküler kaslardan ölçülmektedir (Fife ve ark., 2018).

Bu refleksler kulaklıklar yoluyla iletilen kısa ses dalgaları veya kafatasına uygulanan titreşimle uyandırılırlar. Bu uyarıların semisirküler kanallardan ziyade otolit organları aktive ettiği gösterildiğinden, VEMP testi klinik olarak çoğunlukla otolit fonksiyonlarının ölçümü için uygulanmaktadır (Rosengren & Kingma, 2013). Nöro-otoloji için standart bir test haline gelmiş olsa da literatürde klinik farklılıkların VEMP sonuçlarının kalitesinde değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir. VEMP kaydı için temel gereksinimler ve bu gereksinimlerin altında yatan teorik temel hakkında pratik bilgilere ihtiyaç vardır (Papathanasiou ve ark., 2014; Rosengren ve ark., 2019). Hem yetişkin hem de çocuklarda VEMP testinin klinik kullanımına ilişkin birçok rapor gözden geçirilebilir (Zhou ve ark., 2014).

## **Video Head Impulse (vHIT) Testi**

Vestibüler sistemin fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan bir tanı aracı olan Video Head Impulse Testi (vHIT), vestibüler reflekslerin kaydedilmesini sağlamak için başın hızlı ve beklenmedik bir şekilde döndürülmesini içerir. Özellikle vestibüler nistagmus (gözlerin yanıp sönmesi) ile baş hareketi arasındaki ilişkiyi inceleyerek, vHIT Testi vestibüler sistemin

periferik ve santral bileşenlerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (MacDougall ve ark., 2009).

vHIT Testi, genellikle bir video gözlüğü ve bir kafa stabilizasyon cihazı kullanılarak uygulanır. Hasta, video gözlüğünü takar ve baş hareketlerini kaydeden bir kamera ile göz hareketlerini kaydeden bir hız ölçer cihazı başına takılır. Test sırasında, hasta bir koltukta otururken test görevlisi, başını hızla bir yöne doğru çevirir. Baş hareketi sırasında, video gözlüğündeki kamera, göz hareketlerini kaydeder ve başın hızı ve ivmesi temel alınarak vestibüler refleksleri analiz eder (Mantokoudis ve ark., 2015).

Video Head Impulse (vHIT) Testi, vestibüler sistemin işlevlerini değerlendirmek için etkili bir araçtır. Bu test, periferik ve santral vestibüler disfonksiyonları ayırt edebilme yeteneği ve hızlı sonuç elde etme avantajıyla öne çıkar. Ancak, testin doğru bir şekilde uygulanabilmesi için deneyimli bir uzmana ihtiyaç vardır ve bazı nadir durumları tespit etme konusunda sınırlamaları bulunmaktadır (MacDougall ve ark., 2013).

## **1.7.Denge Ölçek ve Anketleri**

### **1.7.1. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği (Dizziness Handicap Inventory; DHI)**

1990 yılında Jacobson ve Newman tarafından geliştirilen “Baş Dönmesi Engel Ölçeği”, baş dönmesinin yaşam kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan en popüler anketlerden biridir (Mutlu & Serbetcioglu, 2013). Yine, otoörolojik klinik uygulamada sıklıkla kullanılmaktadır. DHI, hastaların baş dönmesi ve denge bozukluğunu ağırlaştıran faktörleri, vestibüler sistem hastalıklarının duyuşal ve fonksiyonel sonuçlarını belirleyen 25 maddeden oluşmaktadır (**EK-1**) (Jacobson & Newman, 1990).

Denge / Baş Dönmesi Engel Ölçeği; bireyin rutinde ve sosyal yaşantısında ortaya çıkan; yürüyüş esnasında veya ev işlerinde, çeşitli yönlerde bakarken, ani hareketlerde, seyahat esnasında vb. durumlarda ortaya çıkan ve

hayat kalitesini düşüren baş dönmesi ve dengesizliğe neden olan unsurların belirlenmesini sağlar. Alt envanterler vestibüler system hastalıklarının fiziksel, duyuşal ve fonksiyonel etkilerini belirlemeye yöneliktir. 1,4,8,11,13,17 ve 25. sorular fiziksel engelliliğı, 2,9,10,15,18,20,21,22 ve 23. sorular duyuşal engelliliğı, 3,5,6,7,12,14,16,19 ve 24. sorular ise fonksiyonel engelliliğı ölçmek üzere yapılandırılmıştır. Sorulara verilen yanıtlar, evet ise (4), Hayır ise (0) ve bazen olarak cevaplanmışsa (2) şeklinde puanlanmaktadır. Envanterin alt birimlerinin puanlanmasında 28 puan fiziksel engelliliğı, 36 puan fonksiyonel ve duyuşal engelliliğı belirlemek için sınır olarak önerilmiştir. Yüksek puanlar hastanın baş dönmesi yakınmasının ileri düzeyde yaşamını engellediğı yönünde yorumlanmaktadır (CANBAL ve ark., 2016).

Baş dönmesi belirtileri gösteren hastalarda sıklıkla eşlik eden zihinsel belirtilerin varlığı, vestibüler semptomlarla başvuran hastalarda panik bozukluğun oldukça yaygın olduğı, anksiyete ve depresyon durumunun, baş dönmesi olmayan popülasyona göre baş dönmesi olan hastalarda daha sık teşhis edildiğı aktarılmıştır (Zamyslowska-Szmytko ve ark., 2021).

### 1.7.2. Berg Denge Ölçeğı (BDÖ)

Berg Denge Ölçeğı, Katherine Berg tarafından 1989 yılında yaşlılarda denge yeteneğini değerlendirmek için geliştirilmiştir (Azuma ve ark., 2019). Geriatrik kişiler veya hastalarda hem dinamik hem de statik denge performansını ölçmek için kullanılmaktadır (Berg ve ark., 1989; Miranda-Cantellops & Tiu, 2023). Klinik çalışmalarda sıklıkla postüral kontrolü değerlendirmek ve düşme riski tahmininde kullanılır (**EK-2**) (Berg ve ark., 1992).

BDÖ'nde; oturma pozisyonundan ayağı kalkma, ayakta durma pozisyonuna geçme, oturur pozisyonda ve ayakta durma destekli durabilme, gözler kapalı ayakta durma, ayakta durma yerden nesne alabilme ve 360° dönme gibi çeşitli hareketler için performans puanlaması gerçekleştirilir. 14 yönerge içeren ve her bir yönerge için hastanın performansının gözlenerek 0-4 arası puan verilmektedir. Hastanın aktiviteyi hiç yapamadığı durumlarda 0 puan verilirken, hastanın aktiviteyi bağımsız bir şekilde tamamladığında 4 puan verilir. En

yüksek puan 56 olup; 0-20 puan denge bozukluğunu, 21-40 puan kabul edilebilir bir denge varlığını, 41-56 puan iyi bir dengenin varlığını gösterir.

Hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilen BDÖ yaklaşık 10 ile 20 dakika arasında tamamlanmaktadır (Berg ve ark., 1989).

Puanlamada;

- 0-20: Yüksek Düşme Riskli- Tekerlekli Sandalye - Walker Gerekli
- 21-40: Orta Derecede Düşme Riskli – Tripod Gerekli
- 41-56: Düşük Risk – Yardımcı Araç Gerektirmez (Şahin ve ark., 2013).

## İKİNCİ BÖLÜM

### MATERYAL ve METOD

#### 2.1. Bireyler

Kesitsel nitelikteki bu çalışma Mart 2023 – Haziran 2023 tarihleri arasında Afyonkarahisar Devlet Hastanesi KBB polikliniğine başvurmuş ve Presbiakuzi tanısı almış 65-75 yaş arası bireyleri kapsamaktadır. Çalışma grubuna Presbiakuzi tanısı almış hastalar dahil edilmiş, ailede sensörinöral işitme kaybı(S/NİK) öyküsü olan, ototoksik ilaç kullanan, Presbiakuzi tanısı almayan, işitme kaybı ileri ve çok ileri derecede olan hastalar dahil edilmemiştir.

#### 2.2. Metod

Verilerin değerlendirilmesinde IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) v.22 paket programı kullanılarak istatistiksel analiz yapılacaktır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov Testi ile test edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler olarak yüzde, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiş, iki parametrelili değişkenlere yönelik karşılaştırmalar için bağımsız örneklem t testi/Mann Whitney U test, ikiden fazla parametrelili değişkenlere yönelik karşılaştırmalar için tek yönlü varyans analizi One Way ANOVA/Kruskal Wallis-H testi, sürekli değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson"s/Spearman"s korelasyon analizi kullanılmıştır.  $p < 0.05$  değeri anlamlı kabul edilmiştir.

Örneklem büyüklüğü belirlemek için Presbiakuzi hastalığının görülme sıklığı 65-75 yaş aralığında %33 olarak alınmıştır. Presbiakuzi tanısı almış bireylerde subjektif vestibulo-spinal refleks testleri sonucu zayıf olan hastaların oranını %5 anlam seviyesi, %95 istatistiksel güç ve orta etki büyüklüğünde (Cohen's  $h=0.5$ ) belirleyebilmek için çalışmaya minimum 52 bireyin dahil edilmesi planlanmıştır. Bilimsel çalışmalarda %10 veri kaybı olabileceği düşünüldüğünde çalışmanın en az 80 Presbiakuzi tanısı almış hasta ile yapılmasına karar verildi. Bu şekilde çalışmaya dahil edilecek hasta sayısı (80 hasta) ile çalışmanın en %99 istatistiksel güç ile yapılabileceği hesaplanmıştır. Çalışmanın örneklem büyüklüğü R Statistical Language (The R

Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; <https://www.r-project.org>) programında yer alan "pwr" paketi ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada katılımcılara Afyonkarahisar Devlet Hastanesi KBB polikliniğinde Presbiakuzi hastalarının değerlendirilmesinde rutin olarak istenen; otoskopik muayeneleri, odyolojik tetkikleri (Saf Ses Odyometrisi, Konuşma Odyometrisi) ve subjektif vestibüler değerlendirme testleri (VSR Testleri-Romberg, Fukuda, Babinski Weil) yapılmıştır.

Ayrıca katılımcılara; Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği (Dizziness Handicap Inventory = DHI) ve "Berg Denge Ölçeği" uygulanmıştır. Katılımcılara ait demografik veriler araştırmacı tarafından oluşturulan anket vasıtasıyla toplanmıştır.

### 2.3. İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizler *R* İstatistik Dili (sürüm 4.1.2; The *R* Foundation for Statistical Computing, Viyana, Avusturya; <https://www.r-project.org>) kullanılarak gerçekleştirildi. Değişkenler sayı ( $n$ ) ve yüzde (%) olarak tanımlandı. Çalışma ve kontrol gruplarında cinsiyet dağılımı, baş dönmesi, tinnitus varlığı, sağ ve sol kulakta hafif-orta ile orta ve ileri derece işitme kaybı oranları, VSR testlerine göre sapma oranları ve Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile Berg Denge Ölçeği arasında düşük ile orta ve yüksek düşme riski açısından istatistiksel olarak bir ilişki olup olmadığını belirlemek için Pearson ki-kare testi ve Yates süreklilik düzeltmesi ki-kare testi yapılmıştır. Kontrol, hafif-orta ve orta ve ileri derece işitme kaybı grupları arasında Vestibülospinal Refleks (VSR) testleri sonuçları ile Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ve Berg Denge Ölçeği sonuçlarına göre istatistiksel olarak bir ilişki olup olmadığını belirlemek için Pearson ki-kare testi yapılmıştır. İkili karşılaştırmalar için İki Oran Z testi kullanılmıştır. Ayrıca Romberg, Fukuda ve Babinski Weil test sonuçları arasında sapma oranı açısından fark olup olmadığı Marascuillo prosedürü ile araştırılmış, ikili karşılaştırmalar için  $p$  değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak verilmiştir. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ve Berg Denge Ölçeği sonuçları arasında düşük ve orta-yüksek düşme riskine sahip hastaların oranı açısından fark olup olmadığı İki Oran Z testi ile araştırılarak  $p$  değerleri verilmiştir.

## BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması  $69.60 \pm 3.42$  (65 – 75) olan 63'ü (45) kadın, 77'si (55) erkek toplam 140 kişi dahil edilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışma ve kontrol grubunun cinsiyete göre dağılımının karşılaştırılması

| Grup          | Cinsiyet  |           | Toplam    | p-value* |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|               | Kadın     | Erkek     |           |          |
| Çalışma Grubu | 31 (49.2) | 49 (63.6) | 80 (57.1) | .086     |
| Kontrol grubu | 32 (50.8) | 28 (36.4) | 60 (42.9) |          |
| Toplam        | 63 (100)  | 77 (100)  | 140 (100) |          |

\*Pearson ki-kare testi

Çalışmaya 80'i hasta, 60'ı kontrol olmak üzere 140 kişi dahil edildi. Çalışma grubunun 31'i (49.2) kadın, 49'u (63.6) erkek, kontrol grubunun 32'si (50.8) kadın, 28'i (36.4) erkekti. Çalışma ve kontrol grubu arasında cinsiyet gruplarının dağılım oranları benzer bulunmuştur ( $p=.086$ ) (Tablo 1).

**Tablo 2.** Çalışma grubunda sağ ve sol kulağa göre işitme kaybı derecelerinin karşılaştırılması

| Çalışma Grubu | İşitme Kaybı |               | Toplam    | p-value* |
|---------------|--------------|---------------|-----------|----------|
|               | Hafif-orta   | Orta ve ileri |           |          |
| Sağ           | 64 (48.5)    | 16 (57.1)     | 80 (50)   | .533     |
| Sol           | 68 (51.5)    | 12 (42.9)     | 80 (50)   |          |
| Toplam        | 132 (100)    | 28 (100)      | 160 (100) |          |

\*Yates süreklilik düzeltmesi ki-kare testi

Çalışmaya sağ kulakta 64'ü (48.5) hafif-orta, 16'sı (57.1) orta ve ileri, sol kulakta 68'i (51.5) hafif-orta, 12'si (42.9) orta ve ileri işitme kaybına sahip toplam 80 denek dahil edilmiştir. Çalışma grubunda, sağ ve sol kulakta işitme kaybı derecelerinin oranları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p=.533$ ) (Tablo 2).

**Tablo 3.** Çalışma ve kontrol grubunda baş dönmesi şikayeti oranlarının karşılaştırılması

| Grup          | Baş Dönmesi |           | Toplam    | p-value* |
|---------------|-------------|-----------|-----------|----------|
|               | Hayır       | Evet      |           |          |
| Çalışma Grubu | 33 (51.6)   | 47 (61.8) | 80 (57.1) | .221     |
| Kontrol Grubu | 31 (48.4)   | 29 (38.2) | 60 (42.9) |          |
| Toplam        | 64 (100)    | 76 (100)  | 140 (100) |          |

\*Pearson ki-kare testi

Çalışma grubunda 47 (61.8), kontrol grubunda 29 (38.2) kişide baş dönmesi şikayeti saptanmıştır. Çalışma ve kontrol grubu arasında baş dönmesi şikayeti açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p=.221$ ) (Tablo 3).

**Tablo 4.** Çalışma ve kontrol grubunda tinnitus varlığının karşılaştırılması

| Grup          | Tinnitus  |           | Toplam    | p-value* |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|               | Hayır     | Evet      |           |          |
| Çalışma Grubu | 26 (61.9) | 54 (55.1) | 80 (57.1) | .576     |
| Kontrol Grubu | 16 (38.1) | 44 (44.9) | 60 (42.9) |          |
| Toplam        | 42 (100)  | 98 (100)  | 140 (100) |          |

\*Yates süreklilik düzeltmesi ki-kare testi

Çalışma grubunda 54 (55.1), kontrol grubunda 44 (44.9) kişide tinnitus varlığı saptandı. Çalışma ve kontrol grubu arasında tinnitus varlığı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p=.576$ ) (Tablo 4).

**Tablo 5.** Sapma varlığının VSR testlerine göre dağılımının karşılaştırılması

| Sapma  | VSR Testleri           |                        |                        | Toplam     | p-value* |
|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------|----------|
|        | Romberg                | Fukuda                 | Babinski Weil          |            |          |
| Yok    | 109 (77.9)             | 75 (53.6)              | 82 (58.6)              | 266 (63.3) | <.001    |
| Var    | 31 (22.1) <sup>a</sup> | 65 (46.4) <sup>b</sup> | 58 (41.4) <sup>b</sup> | 154 (36.7) |          |
| Toplam | 140 (100)              | 140 (100)              | 140 (100)              | 420 (100)  |          |

\*Pearson ki-kare testi

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Çalışma ve kontrol grubundaki toplam sapma varlığı açısından Romberg, Fukuda ve Babinski Weil testleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p<.001$ ). İki Oran Z testine göre, Fukuda (%46.4) ve Babinski Weil (%41.4) testlerindeki sapma oranı, Romberg (%22.1) testinden anlamlı bir şekilde yüksek bulundu (Tablo 5).

**Tablo 6.** Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile Berg Denge Ölçeği düşme riski oranlarının karşılaştırılması

| Düşme Riski    | Ölçekler  |           | Toplam     | p-value* |
|----------------|-----------|-----------|------------|----------|
|                | D         | B         |            |          |
| Düşük          | 105 (75)  | 87 (62.1) | 192 (68.6) | .020     |
| Orta ve yüksek | 35 (25)   | 53 (37.9) | 88 (31.4)  |          |
| Toplam         | 140 (100) | 140 (100) | 280 (100)  |          |

D: Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği B: Berg Denge Ölçeği

\*Pearson ki-kare testi

Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile Berg Denge Ölçeği için orta ve yüksek düşme riski oranları arasında anlamlı ilişki bulunmuştur ( $p=.020$ ). İki Oran Z testine göre, orta ve yüksek düşme riski Berg Denge Ölçeğinde (37.9) Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeğine (25) göre anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur (Tablo 6).

**Tablo 7.** Çalışma grubu için VSR Testleri ve Denge Ölçeklerinin Sapma ve Düşme Riski Oranlarının Karşılaştırılması

|                                | Sapma Oranı  | Farklar                  | Kritik Değer     | Anlamlılık       |
|--------------------------------|--------------|--------------------------|------------------|------------------|
| VSR Testleri                   |              |                          |                  |                  |
| Romberg testi                  | 22/80 (27.5) | $ Rom. - Fuk.   = 0.263$ | 0.119            | Anlamlı fark var |
| Fukuda testi                   | 43/80 (53.8) | $ Rom. - Bab.   = 0.250$ | 0.119            | Anlamlı fark var |
| Babinski Weil testi            | 42/80(52.5)  | $ Fuk. - Bab.   = 0.013$ | 0.125            | Anlamlı fark yok |
|                                | Düşme Riski  | Farklar                  | Kritik Değer     | Anlamlılık       |
| Ölçekler                       |              |                          |                  |                  |
| Düşük                          |              |                          |                  |                  |
| Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği | 50/80 (62.5) | $ D - B  = 0.063$        | Z=0.8, $p=0.417$ | Anlamlı fark yok |
| Berg Denge Ölçeği              | 45/80 (56.2) |                          |                  |                  |
| Orta ve yüksek                 |              |                          |                  |                  |
| Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği | 30/80 (37.5) | $ D - B  = 0.063$        | Z=0.8, $p=0.417$ | Anlamlı fark yok |
| Berg Denge Ölçeği              | 35/80 (43.8) |                          |                  |                  |

Rom.:Romberg Fuk.:Fukuda Bab.:Babinski Weil D: Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği B: Berg Denge Ölçeği

Romberg testi ile 80 hastadan 22'sinde (%27.5), Fukuda testi ile 43'ünde (%53.8) ve Babinski Weil testi ile 42'sinde (%52.5) sapma tespit edilmiştir. 3 testin sapma oranları karşılaştırıldığında Fukuda ( $|Rom. - Fuk. | = 0.263 > 0.119$ ) ve Babinski Weil ( $|Rom. - Bab. | = 0.250 > 0.119$ ) testleri ile elde edilen sapma oranının Romberg testi ile elde edilenden anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü. Babinski Weil ve Fukuda testlerinin sapma oranları arasında ise anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $|Fuk. - Bab. | = 0.013 > 0.125$ ).

Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile 80 hastadan 30'unda (37.5) ve Berg Denge Ölçeği ile 35'inde (43.8) orta ve yüksek düşme riski tespit edilmiştir.

Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ve Berg Denge ölçeğinin düşük düşme riski ( $|D - B| = 0.063$ ,  $Z=0.8$ ,  $p=0.417$ ) ve orta-yüksek düşme riski ( $|D - B| = 0.063$ ,  $Z=0.8$ ,  $p=0.417$ ) oranları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 7).

**Tablo 8.** Kontrol grubu için VSR Testleri ve Denge Ölçeklerinin Sapma ve Düşme Riski Oranlarının Karşılaştırılması

|                                | Sapma Oranı  | Farklar               | Kritik Değer      | Anlamlılık       |
|--------------------------------|--------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| VSR Testleri                   |              |                       |                   |                  |
| Romberg testi                  | 8/60 (13.3)  | $ Rom.-Fuk.  = 0.234$ | 0.015             | Anlamlı fark var |
| Fukuda testi                   | 22/60 (36.7) | $ Rom.-Bab.  = 0.134$ | 0.014             | Anlamlı fark var |
| Babinski Weil testi            | 16/60 (26.7) | $ Fuk.-Bab.  = 0.100$ | 0.017             | Anlamlı fark var |
|                                | Düşme Riski  | Farklar               | Kritik Değer      | Anlamlılık       |
| Ölçekler                       |              |                       |                   |                  |
| Düşük                          |              |                       |                   |                  |
| Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği | 55/60 (91.7) | $ D - B  = 0.217$     | Z=3,<br>$p=0.002$ | Anlamlı fark var |
| Berg Denge Ölçeği              | 42/60 (70)   |                       |                   |                  |
| Orta ve yüksek                 |              |                       |                   |                  |
| Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği | 5/60 (8.3)   | $ D - B  = 0.217$     | Z=3,<br>$p=0.002$ | Anlamlı fark var |
| Berg Denge Ölçeği              | 18/60 (30)   |                       |                   |                  |

Rom.:Romberg Fuk.:Fukuda Bab.:Babinski Weil D: Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği B: Berg Denge Ölçeği

Romberg testi ile 60 hastadan 8'inde (%13.3), Fukuda testi ile 22'sinde (%36.7) ve Babinski Weil testi ile 16'sında (%26.7) sapma tespit edilmiştir. 3 testin sapma oranları karşılaştırıldığında Fukuda ( $|Rom. - Fuk. | = 0.234 > 0.015$ ) ve Babinski Weil ( $|Rom. - Bab. | = 0.134 > 0.014$ ) testleri ile elde edilen sapma oranının Romberg testi ile elde edilenden anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Fukuda testi ( $|Fuk. - Bab. | = 0.100 > 0.017$ ) ile elde edilen sapma oranının da Babinski Weil'den anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile 60 bireyden 5'inde (8.3) ve Berg Denge Ölçeği ile 18'inde (30) orta ve yüksek düşme riski tespit edilmiştir. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ve Berg Denge ölçeğinin düşük düşme riski ( $|D - B| = 0.217$ ,  $Z=3$ ,  $p=0.002$ ) ve orta-yüksek düşme riski ( $|D - B| = 0.217$ ,  $Z=3$ ,  $p=0.002$ ) oranları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (Tablo 8).

**Tablo 9.** Hafif-orta ve orta ve ileri derecede işitme kaybına sahip hastaların VSR testi ve Denge Ölçek sonuçlarının karşılaştırılması

|                                 | Toplam       | İşitme kaybı derecesi     |                           |                        | p-value                     |
|---------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                                 |              | Kontrol                   | Hafif-orta                | Orta ve ileri          |                             |
| Sağ kulak                       |              | n=60                      | n=64                      | n=16                   |                             |
| Romberg testi (sapma var)       | 30<br>(21.4) | 8 (13.3)                  | 16 (25)                   | 6 (37.5)               | .072 <sup>1</sup>           |
| Fukuda testi (sapma var)        | 65<br>(46.4) | 22 (36.7)                 | 32 (50)                   | 11 (68.8)              | .054 <sup>1</sup>           |
| Babinski Weil testi (sapma var) | 58<br>(41.4) | 16<br>(26.7) <sup>a</sup> | 32 (50) <sup>b</sup>      | 10 (62.5) <sup>b</sup> | <b>.006<sup>1</sup></b>     |
| Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği  |              |                           |                           |                        | <b>&lt;.001<sup>1</sup></b> |
| Düşük düşme riski               | 105 (75)     | 55<br>(91.7) <sup>a</sup> | 42<br>(65.6) <sup>b</sup> | 8 (50) <sup>b</sup>    |                             |
| Orta ve yüksek düşme riski      | 35 (25)      | 5 (8.3) <sup>a</sup>      | 22<br>(34.4) <sup>b</sup> | 8 (50) <sup>b</sup>    |                             |
| Berg Denge Ölçeği               |              |                           |                           |                        | .130 <sup>1</sup>           |
| Düşük düşme riski               | 87<br>(62.1) | 42 (70)                   | 38 (59.4)                 | 7 (43.8)               |                             |
| Orta ve yüksek düşme riski      | 53<br>(37.9) | 18 (30)                   | 26 (40.6)                 | 9 (56.3)               |                             |
| Sol kulak                       |              | n=60                      | n=68                      | n=12                   |                             |
| Romberg testi (sapma var)       | 30<br>(21.4) | 8 (13.3) <sup>a</sup>     | 16 (23.5)                 | 6 (50) <sup>b</sup>    | <b>.016<sup>1</sup></b>     |
| Fukuda testi (sapma var)        | 65<br>(46.4) | 22<br>(36.7) <sup>a</sup> | 33<br>(48.5) <sup>a</sup> | 10 (83.3) <sup>b</sup> | <b>.011<sup>1</sup></b>     |
| Babinski Weil testi (sapma var) | 58<br>(41.4) | 16<br>(26.7) <sup>a</sup> | 32<br>(47.1) <sup>b</sup> | 10 (83.3) <sup>c</sup> | <b>.001<sup>1</sup></b>     |
| Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği  |              |                           |                           |                        | <b>&lt;.001<sup>1</sup></b> |
| Düşük düşme riski               | 105 (75)     | 55<br>(91.7) <sup>a</sup> | 47<br>(69.1) <sup>b</sup> | 3 (25) <sup>c</sup>    |                             |
| Orta ve yüksek düşme riski      | 35 (25)      | 5 (8.3) <sup>a</sup>      | 21<br>(30.9) <sup>b</sup> | 9 (75) <sup>c</sup>    |                             |
| Berg Denge Ölçeği               |              |                           |                           |                        | <b>.013<sup>1</sup></b>     |
| Düşük düşme riski               | 87<br>(62.1) | 42 (70) <sup>a</sup>      | 42<br>(61.8) <sup>a</sup> | 3 (25) <sup>b</sup>    |                             |
| Orta ve yüksek düşme riski      | 53<br>(37.9) | 18 (30) <sup>a</sup>      | 26<br>(38.2) <sup>a</sup> | 9 (75) <sup>b</sup>    |                             |

<sup>1</sup>Pearson ki-kare testi

İstatistiksel anlamlı farklılık bulunan sonuçlar koyu olarak belirtilmiştir.

Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Sağ kulaktaki işitme kaybı kontrol, hafif-orta olanlar ile orta ve ileri dereceli olanların Romberg ( $p=.072$ ) ve Fukuda ( $p=.054$ ) testi sonuçlarına göre sapma oranları benzer bulunmuştur. Öte yandan Babinski Weil testi ile işitme kaybı dereceleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p=.006$ ). İki oran Z testine göre, hafif-orta (%50) ve orta ve ileri (%62.5) derecede işitme kaybı olanlarda

sapma oranı kontrol (%26.7) grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile işitme kaybı derecesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p<.001$ ). İki oran Z testine göre, hafif-orta (%34.4) ve orta ve ileri (%50) derecede işitme kaybı olanlarda orta ve yüksek düşme riski kontrol (%8.3) grubuna göre anlamlı derecede yüksektir. Berg Denge Ölçeği ile işitme kaybı derecesi arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ( $p=.130$ ).

Sol kulaktaki işitme kaybı dereceleri ile Romberg, Fukuda ve Babinski Weil testi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p=.016$ ,  $p=.011$ ,  $p=.001$ ). İki Oran Z testine göre, Romberg testi için orta ve ileri (%50) derecede işitme kaybı olanlarda sapma oranı kontrol (%13.3) grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. İki Oran Z testine göre, Fukuda testi için orta ve ileri (%83.3) derecede işitme kaybı olanlarda sapma oranı hafif-orta (%48.5) ve kontrol (%36.7) grubuna göre anlamlı derecede yüksektir. İki Oran Z testine göre, Babinski Weil testi için orta ve ileri (%83.3) derecede işitme kaybı olanlarda sapma oranı hafif-orta (%47.1) olanlara göre, hafif-orta olanlarda ise kontrol (%26.7) grubuna göre anlamlı derecede yüksektir. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile işitme kaybı derecesi arasında anlamlı bir ilişki bulundu ( $p<.001$ ). İki Oran Z testine göre, orta ve ileri (%75) derecede işitme kaybı olanlarda orta ve yüksek düşme riski hafif-orta (%30.9) olanlardan, hafif-orta olanlarda ise kontrol (%8.3) grubundan anlamlı derecede yüksektir. Öte yandan Berg Denge Ölçeği ile işitme kaybı derecesi arasında da anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p<.013$ ). İki Oran Z testine göre, orta ve ileri (%75) derecede işitme kaybı olanlarda orta ve yüksek düşme riski hafif-orta (%38.2) ve kontrol (%30) grubuna göre anlamlı derecede yüksektir (Tablo 9).

## TARTIŞMA

Presbiakuzi, yaşa bağlı işitme kaybı olarak bilinen bir durumdur ve yaş ilerledikçe vestibüler fonksiyonların da etkilenebileceği düşünülmektedir. İşitme kaybı, özellikle yaşlı erişkinlerde düşme riskinin artmasıyla ilişkilendirilmiştir. İşitme kaybının düşme ile ilişkisinin boyutu klinik olarak önemlidir; 25 desibellik bir işitme kaybı (normalden hafif işitme kaybına eşdeğer), bir önceki yıla göre düşme bildirme olasılığının yaklaşık 3 kat artmasıyla ilişkilendirilir. Presbiakuzi tanısı konmuş bireylerde, ön vestibüler değerlendirme bu grup insanların yaşam kalitesini artırmak ve tedaviye daha etkili yanıt vermek için önemlidir.

N. T. Jiam ve ark. (2016)'nın yapmış olduğu çalışmada yaşlı yetişkinlerde işitme kaybının düşme riski ile ilişkili olduğunu gösteren kanıtlar sunulmaktadır. Araştırma, 13 farklı çalışmanın sistematik bir incelemesini içermekte ve işitme kaybı olan bireylerin düşme riskinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, mevcut verilerin çoğu kesitsel çalışmalardan elde edildiği ve neden-sonuç ilişkisini belirlemek için daha fazla prospektif kohort çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Gelecekteki çalışmaların işitme kaybını doğru bir şekilde tanımlamak için uygun ölçüm yöntemleri kullanması ve düşme olaylarında hatırlama yanlılığını sınırlaması önerilmektedir. Ayrıca, yayımlanan çalışmalarda potansiyel pozitif yayın yanlılığına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Daha fazla prospektif çalışma, neden-sonuç ilişkisini doğrulamak ve literatürde olası bir pozitif yayın yanlılığı ile başa çıkmak için gereklidir (N. T. Jiam ve ark., 2016).

Agrawal ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu çalışmada 2001-2004 yılları arasında ABD'de 40 yaş ve üzeri nüfusta vestibüler disfonksiyon prevalansını araştırmıştır. Çalışma, bu yaş grubundaki Amerikalıların %35,4'ünün, yani 69 milyon kişinin objektif olarak vestibüler disfonksiyon belirtileri gösterdiğini bulmuştur. Vestibüler disfonksiyon prevalansı yaşla birlikte artmış ve cinsiyet veya farklı etnik gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir. Çalışma ayrıca vestibüler disfonksiyon ile işitme kaybı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Vestibüler disfonksiyonu olan katılımcıların, vestibüler disfonksiyonu olmayanlara kıyasla işitme kaybı olasılığının önemli ölçüde yüksek olduğunu

bulmuştur. Çalışma ayrıca vestibüler disfonksiyonun kendini rapor edilen baş dönmesi ve düşme gibi klinik olarak önemli sonuçlarla ilişkisini araştırmıştır. Vestibüler disfonksiyonu olan katılımcılar, baş dönmesi ve düşme öyküsü bildirme olasılığı daha yüksek bulunmuştur. Demografik ve kardiyovasküler risk faktörlerini ayarladıktan sonra bile, vestibüler disfonksiyon baş dönmesi ve düşme olasılığında önemli bir artışla ilişkili olmuştur (Agrawal ve ark., 2009).

Lin ve Ferrucci (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada ise 40-69 yaş aralığındaki toplam 2017 katılımcıyı, işitme kaybı ve düşme öyküsü üzerinde eş zamanlı olarak değerlendirmiş, katılımcıların %14.3'ünde 25 dB'den fazla işitme kaybı tespit etmiş ve katılımcıların %4.9'u önceki 12 ay içinde düştüğünü bildirmiştir. Yapmış oldukları çalışmada işitme kaybının, düşme olasılığı ile ilişkisi adimsal lojistik regresyon modellerinde incelenmiş. Ayarlanmamış bir modele göre, işitme kaybı, bildirilen düşme olasılığı ile anlamlı bir şekilde ilişkili bulunmuştur. İşitme kaybının her 10 dB artışı için, önceki 12 ay içinde düşme bildiren bireyin 1.4 kat artmış olasılığı tespit edilmiştir (Lin & Ferrucci, 2012).

Normal işiten ve işitme kaybı yaşayan bireylerin karşılaştırıldığı retrospektif olarak yapılan son çalışmada, işitme kayıplı bireylerin hem gözler açık hem de kapalı koşulda çalışmamıza benzer şekilde yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak daha düşük postural kontrole sahip olduğu, işitme kaybı olan yaşlı yetişkinlerde, normal işiten yaşlı yetişkinlere kıyasla daha zayıf reaktif denge becerilerinin varlığı ve daha fazla postural kararsızlık sergilendiği aktarılmıştır (Yiğit ve ark., 2022).

Bizim yapmış olduğumuz çalışmanın metodolojisi, Presbiakuzi tanısı almış 65-75 yaş arası bireyler üzerinde gerçekleştirilen bir kesitsel çalışmayı içermektedir. Örneklem büyüklüğü, çalışmanın istatistiksel gücünü ve anlam seviyesini dikkate alarak belirlenmiştir. Çalışmada, katılımcılara Presbiakuzi hastalığının değerlendirilmesi için otoskopik muayeneler, odyolojik tetkikler ve subjektif vestibüler değerlendirme testleri yapılmıştır. Ayrıca, katılımcılara Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ve Berg Denge Ölçeği uygulanmıştır.

Bulgular, sağ ve sol kulaktaki işitme kaybı derecesinin Vestibülospinal Refleks (VSR) test sonuçlarına ve denge ölçeklerine olan etkisini incelemiştir. Sağ kulakta işitme kaybının, hafif-orta ile orta ve ileri dereceli olanların Romberg ve Fukuda testi sonuçlarına göre sapma oranları benzer bulunmuştur. Öte yandan Babinski Weil testi ile işitme kaybı dereceleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Hafif-orta, orta ve ileri derecede işitme kaybı olanlarda sapma oranı kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir. Anket çalışmalarından çıkan sonuçlara göre Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile de işitme kaybı derecesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Hafif-orta, orta ve ileri derecede işitme kaybı olanlarda orta ve yüksek düşme riski kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir. Ancak Berg Denge Ölçeği ile işitme kaybı derecesi arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Sol kulaktaki işitme kaybı dereceleri ile Romberg, Fukuda ve Babinski Weil testleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Romberg testi için orta ve ileri derecede işitme kaybı olanlarda sapma oranı kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. Fukuda testi için orta ve ileri derecede işitme kaybı olanlarda sapma oranı hafif-orta ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. Babinski Weil testi için orta ve ileri derecede işitme kaybı olanlarda sapma oranı hafif-orta olanlara göre, hafif-orta olanlarda ise kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir. Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile işitme kaybı derecesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İki Oran Z testine göre, orta ve ileri derecede işitme kaybı olanlarda orta ve yüksek düşme riski hafif-orta olanlardan, hafif-orta olanlarda ise kontrol grubundan anlamlı derecede yüksektir. Berg Denge Ölçeği ile işitme kaybı derecesi arasında da anlamlı bir ilişki bulundu. İki Oran Z testine göre, orta ve ileri derecede işitme kaybı olanlarda orta ve yüksek düşme riski hafif-orta ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir.

Test sonuçlarından anlaşılacağı üzere, işitme kaybı bulunan sağ kulak üzerinde yapılan Romberg ve Fukuda ve test uygulamalarının sapma oranlarında görülen benzerlik Babinski Weil testinde kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir. Ayrıca Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeğinde de

işitme kaybı derecesi ile düşme riski yüksek derecede ilişkilendirilirken, Berg Denge Ölçeği ile işitme kaybı arasında anlamlı bir ilişki kurulamamıştır. Sol kulakta Romberg, Fukuda ve Babinski Weil testleri için orta ve ileri derece işitme kaybı olanların, hafif-orta işitme kaybı yaşayanlar ve kontrol grubuna göre sapma oranları anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Berg Denge Ölçeği ve Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeğine göre de işitme kaybı derecesi ile düşme riski yüksek derecede ilişkili görünmektedir.

Bu bulgular ile düşmelerin işitme kaybı derecesinin yüksekliği ile büyük oranda ilişkili olduğu görülmektedir. Verilerle sol kulaktaki orta-ileri derece işitme kaybının denge üzerinde daha fazla etkisi olduğunu varsayılabilir. Ancak sağ kulak üzerinde yapılan ölçek sonuçlarının farklılığı hastaların soruları yanlış anlaması veya yorumlaması, VSR test sonuçlarındaki farklılıkların klinikte uygulama ile ilgili hatalar veya işitme problemlerinden kaynaklı hareketlerden kaynaklanabileceği gibi bazı sınırlamalar da göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, örneklemin sadece Afyonkarahisar Devlet Hastanesi KBB polikliniğine başvuran hastalardan seçildiği ve bölgesel bir kısıtlama olduğu unutulmamalıdır. Bunun yanı sıra, çalışmada kullanılan testlerin diğer denge ölçüm yöntemleriyle karşılaştırılması ve sonuçların daha genel bir popülasyona uygulanabilirliği hakkında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

## SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları, Presbiakuzi hastalarında işitme kaybının denge ve baş dönmesi üzerindeki etkisini değerlendirmek için önemli bilgiler sunmaktadır. Sağ kulağa göre, sol kulaktaki orta-ileri derece işitme kaybının Romberg, Fukuda ve Babinski Weil test sonuçlarında sapma oranlarını ve Denge/Baş Dönmesi Engel Ölçeği ile Berg Denge Ölçeği sonuçlarını belirgin bir şekilde artırdığı görülmüştür. Bu bulgular, Presbiakuzi hastalarının değerlendirme ve tedavi süreçlerinde işitme kaybının dengeye olan etkisini dikkate almamız gerektiğini vurgulamaktadır. Sol kulaktaki orta-ileri derece işitme kaybı olan hastalarda düşme riskinin artabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bu hastaların düşme riskinin değerlendirilmesi ve uygun önlemlerin alınması önemlidir.

Çalışmanın sınırlamaları göz önüne alındığında, elde edilen sonuçların genelleştirilebilirliği konusunda dikkatli olunmalıdır. Örneklem büyüklüğü sınırlı olup, çalışma sadece Afyonkarahisar Devlet Hastanesi KBB polikliniğine başvuran hastalar üzerinde yapılmıştır. Bu nedenle, daha büyük örneklemle yapılan gelecekteki çalışmaların sonuçları, elde edilen bulguları doğrulama ve genelleştirme açısından önemlidir. Ayrıca, çalışmada kullanılan testlerin sayısı ve kapsamı da sınırlıdır. Daha çeşitli ve kapsamlı denge ölçüm yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaların yapılması, işitme kaybının denge üzerindeki etkisini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

Presbiakuzi hastalarında işitme kaybının denge ve baş dönmesi üzerindeki etkisini değerlendiren bu çalışma, sol kulaktaki orta-ileri derece işitme kaybının denge üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, işitme kaybı ile birlikte denge değerlendirmelerinin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Presbiakuzi hastalarında düşme riskinin değerlendirilmesi ve uygun rehabilitasyon programlarının uygulanması, hastaların yaşam kalitesini artırabilir ve düşme riskini azaltabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, Presbiakuzi hastalarında işitme kaybının denge ve baş dönmesi üzerindeki etkisini incelemekte ve sol kulaktaki orta-ileri derece

işitme kaybının denge üzerinde daha belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, klinik uygulamalarda ve rehabilitasyon programlarında Presbiakuzi tanısı alan hastaların denge değerlendirmelerinin de yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Ancak, daha fazla araştırma yapılması ve farklı popülasyonlarda çalışmaların yapılması bu konudaki bilgilerimizi genişletecektir.

## KAYNAKÇA

- Agrawal, Y., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2009). Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med*, 169(10), 938-944. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.66>
- Akis, E., Gurses, E., & Aksoy, S. (2023). Vestibulo-spinal reflex tests to determine unilateral vestibular loss. *Hearing, Balance and Communication*, 21(1), 61-66. <https://doi.org/10.1080/21695717.2022.2125243>
- Aksoy, S. (2012). Dengesizlik şikayeti olan 65 yaş ve üzeri yaşıli bireylerin bilgisayarli dinamik postürografi sonuçlari: retrospektif analiz. *Turkish Journal of Geriatrics/Türk Geriatri Dergisi*, 15(3).
- Alishbah, S., Bint e, Z., Kanwal, S., & Ayesha, I. (2022). Structure and Physiology of Human Ear Involved in Hearing. In N. Sadaf (Ed.), *Auditory System* (pp. Ch. 1). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105466>
- Alvord, L. S., & Farmer, B. L. (1997). Anatomy and orientation of the human external ear. *J Am Acad Audiol*, 8(6), 383-390.
- Ango, F., & Dos Reis, R. (2019). Sensing how to balance. *Elife*, 8. <https://doi.org/10.7554/eLife.46973>
- Anthwal, N., & Thompson, H. (2016). The development of the mammalian outer and middle ear. *J Anat*, 228(2), 217-232. <https://doi.org/10.1111/joa.12344>
- Arifur, R., & Emdadul, H. (2013). Harvesting Energy from Sound and Vibration International Conference on Mechanical, Industrial and Materials Engineering 2013 (ICMIME2013), Rajshahi, Bangladesh. 1-3 November, 2013.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014). Duyu Organları (Organa Sensusum [Sensoria]). In *Anatomi 2. Cilt: Dolaşım Sistemi, Periferik Sinir Sistemi, Merkezi Sinir Sistemi, Duyu Organları* (pp. 353-404). Güneş Tıp Kitabevleri.
- Azaria, R., Adler, N., Silfen, R., Regev, D., & Hauben, D. J. (2003). Morphometry of the adult human earlobe: a study of 547 subjects and clinical application. *Plast Reconstr Surg*, 111(7), 2398-2402; discussion 2403-2394. <https://doi.org/10.1097/01.Prs.0000060995.99380.De>
- Azuma, Y., Chin, T., & Miura, Y. (2019). The relationship between balance ability and walking ability using the Berg Balance Scale in people with transfemoral amputation. *Prosthet Orthot Int*, 43(4), 396-401. <https://doi.org/10.1177/0309364619846364>
- Bainbridge, K. E., & Wallhagen, M. I. (2014). Hearing loss in an aging American population: extent, impact, and management. *Annu Rev Public Health*, 35, 139-152. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182510>
- Balfour, P. B., & Hawkins, D. B. (1992). A comparison of sound quality judgments for monaural and binaural hearing aid processed stimuli. *Ear Hear*, 13(5), 331-339. <https://doi.org/10.1097/00003446-199210000-00010>

- Baloh, R. W. (2003). Vestibular System. In M. J. Aminoff & R. B. Daroff (Eds.), *Encyclopedia of the Neurological Sciences* (pp. 661-671). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-226870-9/00776-0>
- Baratto, L., Morasso, P. G., Re, C., & Spada, G. (2002). A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density versus other parameterization techniques. *Motor control*, 6(3), 246-270.
- Barritt, L. C. (2014). Otitis Related Disorders. In *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.05198-9>
- Beahm, E. K., & Walton, R. L. (2002). Auricular reconstruction for microtia: part I. Anatomy, embryology, and clinical evaluation. *Plast Reconstr Surg*, 109(7), 2473-2482; quiz following 2482. <https://doi.org/10.1097/00006534-200206000-00046>
- Beğer, T., Erdinçler, D. S., & Altıparmak, M. R. (2011). *Geriatrik Hasta ve Sorunları*. İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sempozyum Dizisi No:75.
- Berg, K., Wood-Dauphine, S., Williams, J., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41(6), 304-311.
- Berg, K. O., Maki, B. E., Williams, J. I., Holliday, P. J., & Wood-Dauphinee, S. L. (1992). Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 73(11), 1073-1080.
- Bhattacharyya, T. K., & Dayal, V. S. (1989). Influence of age on hair cell loss in the rabbit cochlea. *Hear Res*, 40(1-2), 179-183. [https://doi.org/10.1016/0378-5955\(89\)90111-1](https://doi.org/10.1016/0378-5955(89)90111-1)
- Blackwell, J. M., Lesicko, A. M., Rao, W., De Biasi, M., & Geffen, M. N. (2020). Auditory cortex shapes sound responses in the inferior colliculus. *Elife*, 9. <https://doi.org/10.7554/eLife.51890>
- Brandt, T., & Dieterich, M. (1994). Vestibular syndromes in the roll plane: topographic diagnosis from brainstem to cortex. *Ann Neurol*, 36(3), 337-347. <https://doi.org/10.1002/ana.410360304>
- Brandt, T., & Strupp, M. (2005). General vestibular testing. *Clin Neurophysiol*, 116(2), 406-426. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2004.08.009>
- Broussard, D. M., Titley, H. K., & Heskin-Sweezie, R. (2010). Motor Learning in the Vestibulo-Ocular Reflex. In G. F. Koob, M. L. Moal, & R. F. Thompson (Eds.), *Encyclopedia of Behavioral Neuroscience* (pp. 273-279). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045396-5.00246-3>
- Burns, J. C., & Stone, J. S. (2017). Development and regeneration of vestibular hair cells in mammals. *Semin Cell Dev Biol*, 65, 96-105. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2016.11.001>
- Byrne, D., Noble, W., & LePage, B. (1992). Effects of long-term bilateral and unilateral fitting of different hearing aid types on the ability to locate sounds. *J Am Acad Audiol*, 3(6), 369-382.
- Calvin, D., & Watley, S. R. (2015). Diabetes and hearing loss among underserved populations. *Nursing Clinics*, 50(3), 449-456.

- Canbal, M., Cebeci, S., Duyan Çamur, G., Kurtaran, H., & Arslan, İ. (2016). A study of reliability and validity for the Turkish version of dizziness handicap inventory. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10(1), 19-24.
- Casale, J., & Agarwal, A. (2023). *Anatomy, Head and Neck, Ear Endolymph*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531505/>
- Casale, J., Browne, T., Murray, I. V., & Gupta, G. (2023). Physiology, Vestibular System. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- Casale, J., Kandle, P. F., Murray, I. V., & Murr, N. (2023). *Physiology, Cochlear Function*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531483/>
- Cech, D. J., & Martin, S. T. (2012). Chapter 10 - Sensory System Changes. In D. J. Cech & S. T. Martin (Eds.), *Functional Movement Development Across the Life Span (Third Edition)* (pp. 213-238). W.B. Saunders. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4978-4.00010-7>
- Chaitow, L., & DeLany, J. (2011). Chapter 2 - Posture, acture and balance. In L. Chaitow & J. DeLany (Eds.), *Clinical Application of Neuromuscular Techniques, Volume 2 (Second Edition)* (pp. 17-60). Churchill Livingstone. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-443-06815-7.00002-4>
- Chan, Y., Yeung, K. H., Ho, H. F., Ho, K. M., Tin-Keung Lam, E., Leung, W. L., & Kam, K. M. (2014). Use of cerebrospinal fluid enzyme immunoassay for diagnosis of neurosyphilis. *Int J STD AIDS*, 25(8), 571-578. <https://doi.org/10.1177/0956462413515452>
- Chu, Y. T., & Cheng, L. (2007). [Vertigo and dizziness]. *Acta Neurol Taiwan*, 16(1), 50-60.
- Chun, H.-L., & Lee, B.-H. (2018). The immediate effects of foot pressure based insole on ankle dorsiflexion range of motion, postural sway, and muscle activation in healthy adults with genu varum. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 7, 164-171.
- Ciorba, A., Hatzopoulos, S., Bianchini, C., Aimoni, C., Skarzynski, H., & Skarzynski, P. H. (2015). Genetics of presbycusis and presbystasis. *Int J Immunopathol Pharmacol*, 28(1), 29-35. <https://doi.org/10.1177/0394632015570819>
- Clare, C. (2014). Özel Duyular. In *Hemşirelik Öğrencileri için Anatomi ve Fizyolojinin Temelleri*. Palme Yayıncılık.
- Cozzi, B., Huguenberger, S., & Oelschläger, H. (2017). Chapter 5 - Head and Senses. In B. Cozzi, S. Huguenberger, & H. Oelschläger (Eds.), *Anatomy of Dolphins* (pp. 133-196). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407229-9.00005-1>
- Cushing, S. L., & Papsin, B. C. (2021). 20 - Evaluation and Management of Pediatric Vestibular Disorders. In M. M. Lesperance (Ed.), *Cummings Pediatric Otolaryngology (Second Edition)* (pp. 276-283). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-69618-0.00020-2>
- Çakır, O., Yıldırım, G., Kumral, T. L., Berkiten, G., Ataç, E., Sünnetçi, G., & Uyar, Y. (2013). Yaşlılıkta presbiakuzi ve rehabilitasyonu. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 29, 116-120.

- Day, G. A., Browning, G. G., & Gatehouse, S. (1988). Benefit from binaural hearing aids in individuals with a severe hearing impairment. *Br J Audiol*, 22(4), 273-277. <https://doi.org/10.3109/03005368809076464>
- Dieterich, M., & Brandt, T. (2015). The bilateral central vestibular system: its pathways, functions, and disorders. *Ann N Y Acad Sci*, 1343, 10-26. <https://doi.org/10.1111/nyas.12585>
- Dow, R. S. (1936). The fiber connections of the posterior parts of the cerebellum in the rat and cat. *Journal of Comparative Neurology*, 63(3), 527-548. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cne.900630308>
- Driver, E. C., & Kelley, M. W. (2020). Development of the cochlea. *Development*, 147(12). <https://doi.org/10.1242/dev.162263>
- Dubach, P., & Häusler, R. (2008). External auditory canal cholesteatoma: reassessment of and amendments to its categorization, pathogenesis, and treatment in 34 patients. *Otol Neurotol*, 29(7), 941-948. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e318185fb20>
- Edmiston, R., & Mitchell, C. (2013). Hearing loss in adults. *Bmj*, 346, f2496. <https://doi.org/10.1136/bmj.f2496>
- Eggermont, J. J. (2017). Hearing Basics In *Hearing Loss* (pp. 3-36). Elsevier.
- Eggermont, J. J. (2017). Types of Hearing Loss In *Hearing Loss* (pp. 129-173). Elsevier.
- Ellis, G., & Langhorne, P. (2004). Comprehensive geriatric assessment for older hospital patients. *Br Med Bull*, 71, 45-59. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldh033>
- Ellysa, A. P., Sangging, P. R. A., & Himayani, R. (2023). The Effect Of Presbycusis On The Quality Of Elderly Life. . *Méd. Prof. J. of Lampung*, 13(4.1), 26-20.
- Era, P., Schroll, M., Ytting, H., Gause-Nilsson, I., Heikkinen, E., & Steen, B. (1996). Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51(2), M53-M63.
- Erwin, D. Z., & Chen, P. (2023). Hearing Loss in the Elderly. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- Fan, H., Yu, S., Wang, M., Li, M., Zhao, X., Ren, Y., Zhang, S., Chen, D., & Harris Adamson, C. (2021). Analysis of the external acoustic meatus for ergonomic design: part II – anthropometric variations of the external acoustic meatus by sex, age and side in Chinese population. *Ergonomics*, 64(5), 657-670. <https://doi.org/10.1080/00140139.2020.1867769>
- Fife, T. D. (2010). Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. *Handbook of Clinical Neurophysiology*, 9, 5-17.
- Fife, T. D., Satya-Murti, S., Burkard, R. F., & Carey, J. P. (2018). Vestibular evoked myogenic potential testing: Payment policy review for clinicians and payers. *Neurol Clin Pract*, 8(2), 129-134. <https://doi.org/10.1212/cpj.0000000000000430>
- Flatin, M. C., do Santos Zounon, A. A., Ametonou, C. B., Bouraima, F. A., Kimba, M. R., Hounkpatin, S. H., Adjibabi, W., & Vignikin-Yehouessi, B.

- (2022). Impact and Factors Associated with Presbycusis among 50 Years Old People of Parakou and Over in 2021. *International Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 11(1), 56-73.
- Forbes, J., Munakomi, S., & Cronovich, H. (2023). Romberg Test. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- Fransen, E., Lemkens, N., Van Laer, L., & Van Camp, G. (2003). Age-related hearing impairment (ARHI): environmental risk factors and genetic prospects. *Exp Gerontol*, 38(4), 353-359. [https://doi.org/10.1016/s0531-5565\(03\)00032-9](https://doi.org/10.1016/s0531-5565(03)00032-9)
- Fukuda, T. (1959). The Stepping Test: Two Phases of the Labyrinthine Reflex. *Acta Oto-Laryngologica*, 50(1-2), 95-108. <https://doi.org/10.3109/00016485909129172>
- Fukuda, T. (1959). The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex. *Acta Otolaryngol*, 50(2), 95-108. <https://doi.org/10.3109/00016485909129172>
- Fuller, K. (2020). Vestibular dysfunction In L. Rolando (Ed.), *Umphred's Neurological Rehabilitation* (pp. 617-640). Elsevier.
- Gacek, R. R., & Schuknecht, H. F. (1969). Pathology of Presbycusis. *International Audiology*, 8(2-3), 199-209. <https://doi.org/10.3109/05384916909079061>
- Ganança, M. M., Caovilla, H. H., & Ganança, F. F. (2010). Electronystagmography versus videonystagmography. *Braz J Otorhinolaryngol*, 76(3), 399-403. <https://doi.org/10.1590/s1808-86942010000300021>
- Gates, G. A., & Cooper, J. C. (1991). Incidence of hearing decline in the elderly. *Acta Otolaryngol*, 111(2), 240-248. <https://doi.org/10.3109/00016489109137382>
- Gates, G. A., & Mills, J. H. (2005). Presbycusis. *The lancet*, 366(9491), 1111-1120.
- GBD 2019 Hearing Loss Collaborators. (2021). Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990-2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*, 397(10278), 996-1009. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)00516-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00516-x)
- Gelfand, S. A. (2009). *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics* CRC Press.
- George, T., & Bordoni, B. (2022). *Anatomy, Head and Neck, Ear Ossicles*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570549/>
- Gilroy, A. M. (2015). *Anatomi Temel Ders Kitabı*. Palme Yayıncılık.
- Gilroy, A. M., MacPhersin, B. R., & Ross, L. (2014). *Anatomi Atlası İkinci Baskıdan Çeviri*. Palme Yayıncılık.
- Gladstone, H. B., & Morganroth, G. S. (2007). Chapter 14 - Ear Reconstruction. In T. E. Rohrer, J. L. Cook, M. R. Migden, T. H. Nguyen, & J. R. Mellette (Eds.), *Flaps and Grafts in Dermatologic Surgery* (pp. 179-190). W.B. Saunders. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-0316-8.50019-3>
- Glover, J. C. (2004). Vestibular System. In L. R. Squire (Ed.), *Encyclopedia of Neuroscience* (pp. 127-132). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.00273-4>

- Gopen, Q., Rosowski, J. J., & Merchant, S. N. (1997). Anatomy of the normal human cochlear aqueduct with functional implications. *Hearing Research*, 107(1), 9-22. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(97\)00017-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-5955(97)00017-8)
- Guan, Q., Sun, D., Zhao, M., Liu, Y., Yu, S., Zhang, J., Li, R., Sun, K., Sun, X., & Bie, X. (2021). The biomechanical characteristics of human vestibular aqueduct: a numerical-based model construction and simulation. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 24(8), 905-912. <https://doi.org/10.1080/10255842.2020.1858284>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2007). *Tıbbi fizyoloji*. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Gündüz, M., & Karabulut, H. (2015). *Odyolojide temel kavramlar ve yaklaşımlar*. Ankara Nobel Tıp Kitabevleri.
- Helzner, E. P., Cauley, J. A., Pratt, S. R., Wisniewski, S. R., Zmuda, J. M., Talbott, E. O., de Rekeneire, N., Harris, T. B., Rubin, S. M., Simonsick, E. M., Tylavsky, F. A., & Newman, A. B. (2005). Race and sex differences in age-related hearing loss: the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*, 53(12), 2119-2127. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.00525.x>
- Hemm, S., Baumann, D., Duarte da Costa, V., & Tarnutzer, A. A. (2023). Test-re-test reliability and dynamics of the Fukuda–Unterberger stepping test [Original Research]. *Frontiers in Neurology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1128760>
- Hitier, M., Besnard, S., & Smith, P. F. (2014). Vestibular pathways involved in cognition. *Front Integr Neurosci*, 8, 59. <https://doi.org/10.3389/fnint.2014.00059>
- Hoffman, H. J., Dobie, R. A., Losonczy, K. G., Themann, C. L., & Flamme, G. A. (2017). Declining Prevalence of Hearing Loss in US Adults Aged 20 to 69 Years. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 143(3), 274-285. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2016.3527>
- Honaker, J. A., Boismier, T. E., Shepard, N. P., & Shepard, N. T. (2009). Fukuda stepping test: sensitivity and specificity. *J Am Acad Audiol*, 20(5), 311-314; quiz 335. <https://doi.org/10.3766/jaaa.20.5.4>
- Huang, Q., & Tang, J. (2010). Age-related hearing loss or presbycusis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 267(8), 1179-1191. <https://doi.org/10.1007/s00405-010-1270-7>
- Isaacson, J. E., & Vora, N. M. (2003). Differential diagnosis and treatment of hearing loss. *Am Fam Physician*, 68(6), 1125-1132.
- Ito, H. (2010). Effects of Circulatory Disturbance on the Cochlea. *ORL*, 53(5), 265-269. <https://doi.org/10.1159/000276226>
- Ito, M. (2006). Cerebellar circuitry as a neuronal machine. *Prog Neurobiol*, 78(3-5), 272-303. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2006.02.006>
- Jacobson, G. P., & Newman, C. W. (1990). The development of the dizziness handicap inventory. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 116(4), 424-427.
- Jahn, K. (2016). Chapter 25 - Vertigo and dizziness in children. In J. M. Furman & T. Lempert (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 137, pp. 353-363). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63437-5.00025-X>

- Jahnke, K. (2004). *Middle Ear Surgery: Recent Advances and Future Directions*. Georg Thieme Verlag.
- Janfaza P, e. a. (2001). *Surgical Anatomy of the Head and Neck*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Japatti, S. R., Engineer, P. J., Reddy, B. M., Tiwari, A. U., Siddegowda, C. Y., & Hammannavar, R. B. (2018). Anthropometric Assessment of the Normal Adult Human Ear. *Ann Maxillofac Surg*, 8(1), 42-50. [https://doi.org/10.4103/ams.ams\\_183\\_17](https://doi.org/10.4103/ams.ams_183_17)
- Jastreboff, P. J., & Hazell, J. W. (1993). A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications. *Br J Audiol*, 27(1), 7-17. <https://doi.org/10.3109/03005369309077884>
- Jiam, N. T., Li, C., & Agrawal, Y. (2016). Hearing loss and falls: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*, 126(11), 2587-2596. <https://doi.org/10.1002/lary.25927>
- Jiam, N. T. L., Li, C., & Agrawal, Y. (2016). Hearing loss and falls: A systematic review and meta-analysis. *The Laryngoscope*, 126(11), 2587-2596.
- Juliano, A. F. (2018). Cross Sectional Imaging of the Ear and Temporal Bone. *Head Neck Pathol*, 12(3), 302-320. <https://doi.org/10.1007/s12105-018-0901-y>
- Keller, J. L. (2007). CHAPTER 2 - Diseases of the External Ear. In R. F. Wetmore & L. M. Bell (Eds.), *Pediatric Otolaryngology* (pp. 23-28). Mosby. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-04855-2.50007-1>
- Keshner, E. A. (2009). Vestibulocollic and Cervicocollic Control. In M. D. Binder, N. Hirokawa, & U. Windhorst (Eds.), *Encyclopedia of Neuroscience* (pp. 4220-4224). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-29678-2\\_6308](https://doi.org/10.1007/978-3-540-29678-2_6308)
- Khasnis, A., & Gokula, R. M. (2003). Romberg's test. *J Postgrad Med*, 49(2), 169-172.
- Kidd III, A. R., & Bao, J. (2012). Recent advances in the study of age-related hearing loss: a mini-review. *Gerontology*, 58(6), 490-496.
- Kirtane, M. V., de Souza, C. E., Sanna, M., & Devaiah, A. K. (2013). Physiology of the Vestibular System. In *Otology and Neurology, Otorhinolaryngology – Head and Neck Surgery Series* (pp. 80-85). Thieme.
- Koopmann, C. F. (1991). Problemas otolaringológicos no idoso. *Med Clin North Am.*, 6, 1411–1427.
- Lee, J.-Y., Shin, K.-J., Kim, J.-N., Yoo, J.-Y., Song, W.-C., & Koh, K.-S. (2013). A Morphometric Study of the Semicircular Canals Using Micro-CT Images in Three-Dimensional Reconstruction. *The Anatomical Record*, 296(5), 834-839. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ar.22664>
- Lee, K. Y. (2013a). Pathophysiology of Age-Related Hearing Loss (Peripheral and Central). *Korean J Audiol*, 17(2), 45-49. <https://doi.org/10.7874/kja.2013.17.2.45>
- Lee, K. Y. (2013b). Pathophysiology of age-related hearing loss (peripheral and central). *Korean J Audiol*, 17(2), 45-49. <https://doi.org/10.7874/kja.2013.17.2.45>

- Liem, T. (2004). Chapter 17 - The organ of hearing and balance. In T. Liem (Ed.), *Cranial Osteopathy (Second Edition)* (pp. 605-633). Churchill Livingstone. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-044307499-8.50024-7>
- Lin, F. R., & Ferrucci, L. (2012). Hearing loss and falls among older adults in the United States. *Arch Intern Med*, 172(4), 369-371. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.728>
- Lin, F. R., Niparko, J. K., & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss prevalence in the United States. *Arch Intern Med*, 171(20), 1851-1852. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.506>
- Lin, F. R., Thorpe, R., Gordon-Salant, S., & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in the United States. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 66(5), 582-590.
- Lin, F. R., Thorpe, R., Gordon-Salant, S., & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 66(5), 582-590. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr002>
- Lisan, Q., Goldberg, M., Lahlou, G., Ozguler, A., Lemonnier, S., Jouven, X., Zins, M., & Empana, J.-P. (2022). Prevalence of Hearing Loss and Hearing Aid Use Among Adults in France in the CONSTANCES Study. *JAMA Network Open*, 5(6), e2217633-e2217633. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.17633>
- Liu, X., & Yan, D. (2007). Ageing and hearing loss. *The Journal of Pathology*, 211(2), 188-197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/path.2102>
- Luers, J. C., & Hüttenbrink, K. B. (2016). Surgical anatomy and pathology of the middle ear. *J Anat*, 228(2), 338-353. <https://doi.org/10.1111/joa.12389>
- Lum, C. L., Jeyanthi, S., Prepageran, N., Vadivelu, J., & Raman, R. (2009). Antibacterial and antifungal properties of human cerumen. *The Journal of Laryngology & Otology*, 123(4), 375-378. <https://doi.org/10.1017/S0022215108003307>
- MacDougall, H. G., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S., & Weber, K. P. (2013). Application of the video head impulse test to detect vertical semicircular canal dysfunction. *Otol Neurotol*, 34(6), 974-979. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e31828d676d>
- MacDougall, H. G., Weber, K. P., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M., & Curthoys, I. S. (2009). The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*, 73(14), 1134-1141. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181bacf85>
- Maier, W., & Ruf, I. (2016). Evolution of the mammalian middle ear: a historical review. *J Anat*, 228(2), 270-283. <https://doi.org/10.1111/joa.12379>
- Makary, C. A., Shin, J., Kujawa, S. G., Liberman, M. C., & Merchant, S. N. (2011). Age-related primary cochlear neuronal degeneration in human temporal bones. *J Assoc Res Otolaryngol*, 12(6), 711-717. <https://doi.org/10.1007/s10162-011-0283-2>
- Maklad, A., & Fritzsche, B. (2003). Development of vestibular afferent projections into the hindbrain and their central targets. *Brain Res Bull*, 60(5-6), 497-510. [https://doi.org/10.1016/s0361-9230\(03\)00054-6](https://doi.org/10.1016/s0361-9230(03)00054-6)

- Malloy, K. M., & Hollander, J. E. (2023). *Assessment and management of auricle (ear) lacerations*. UpToDate. Retrieved 02.06.2023 from <https://www.uptodate.com/contents/assessment-and-management-of-auricle-ear-lacerations>
- Mantokoudis, G., Tehrani, A. S., Wozniak, A., Eibenberger, K., Kattah, J. C., Guede, C. I., Zee, D. S., & Newman-Toker, D. E. (2015). VOR gain by head impulse video-oculography differentiates acute vestibular neuritis from stroke. *Otol Neurotol*, 36(3), 457-465. <https://doi.org/10.1097/mao.0000000000000638>
- McDaid, D., Park, A. L., & Chadha, S. (2021). Estimating the global costs of hearing loss. *Int J Audiol*, 60(3), 162-170. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1883197>
- Merchant, S. N., Velázquez-Villaseñor, L., Tsuji, K., Glynn, R. J., Wall, C., 3rd, & Rauch, S. D. (2000). Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system. Normative vestibular hair cell data. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*, 181, 3-13. <https://doi.org/10.1177/00034894001090s502>
- Merfeld, D. (2009). Spatial Orientation: Our Whole-Body Motion and Orientation Sense. In L. R. Squire (Ed.), *Encyclopedia of Neuroscience* (pp. 195-201). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.00276-X>
- Michael-Titus, A., Revest, P., & Shortland, P. (2010). 8 - HEARING AND BALANCE: THE AUDITORY AND VESTIBULAR SYSTEMS. In A. Michael-Titus, P. Revest, & P. Shortland (Eds.), *The Nervous System (Second Edition)* (pp. 141-158). Churchill Livingstone. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-3373-5.00008-3>
- Michels, T. C., Duffy, M. T., & Rogers, D. J. (2019). Hearing Loss in Adults: Differential Diagnosis and Treatment. *Am Fam Physician*, 100(2), 98-108.
- Mick, P., Kawachi, I., & Lin, F. R. (2014). The association between hearing loss and social isolation in older adults. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 150(3), 378-384. <https://doi.org/10.1177/0194599813518021>
- Millard, D. R., & Pickard, R. E. (1970). Darwin's tubercle belongs to Woolner. *Arch Otolaryngol*, 91(4), 334-335. <https://doi.org/10.1001/archotol.1970.00770040492005>
- Miranda-Cantellops, N., & Tiu, T. K. (2023). Berg Balance Testing. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- Miranda, C. S., Stefani, C. P., Morimoto, M. M., Piemonte, M. E., & Pereira, C. B. (2013). Assessment of gait deviation on the Babinski-Weill test in healthy Brazilians. *Arq Neuropsiquiatr*, 71(9a), 615-620. <https://doi.org/10.1590/0004-282x20130106>
- Moideen, A., Konkimalla, A., Tyagi, A. K., Varshney, S., Kumar, A., Jat, B., Prasath, R., & Yadav, M. C. (2023). Cross-Sectional Analysis of Videonystagmography (VNG) Findings in Balance Disorders. *Cureus*, 15(2), e34795. <https://doi.org/10.7759/cureus.34795>
- Mowlavi, A., Meldrum, D. G., Wilhelmi, B. J., & Zook, E. G. (2004). Incidence of earlobe ptosis and pseudoptosis in patients seeking facial rejuvenation

- surgery and effects of aging. *Plast Reconstr Surg*, 113(2), 712-717. <https://doi.org/10.1097/01.Prs.0000101505.66716.Df>
- Mozaffari, M., Nash, R., & Tucker, A. S. (2021). Anatomy and Development of the Mammalian External Auditory Canal: Implications for Understanding Canal Disease and Deformity [Review]. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.617354>
- Mucha, A., Fedor, S., & DeMarco, D. (2018). Chapter 14 - Vestibular dysfunction and concussion. In B. Hainline & R. A. Stern (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 158, pp. 135-144). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63954-7.00014-8>
- Muntaseer Mahfuz, M., Schubert, M. C., Figtree, W. V. C., Todd, C. J., & Migliaccio, A. A. (2018). Human Vestibulo-Ocular Reflex Adaptation Training: Time Beats Quantity. *J Assoc Res Otolaryngol*, 19(6), 729-739. <https://doi.org/10.1007/s10162-018-00689-w>
- Mutlu, B., & Serbetcioglu, B. (2013). Discussion of the dizziness handicap inventory. *J Vestib Res*, 23(6), 271-277. <https://doi.org/10.3233/ves-130488>
- Nagururu, N. V., Jung, D., Hui, F., Pearl, M. S., Carey, J. P., & Ward, B. K. (2023). Cochlear Aqueduct Morphology in Superior Canal Dehiscence Syndrome. *Audiol Res*, 13(3), 367-377. <https://doi.org/10.3390/audiolres13030032>
- O'Handley, J. G., Tobin, E. J., & Shah, A. R. (2012). Chapter 19 - Otorhinolaryngology. In R. E. Rakel & D. P. Rakel (Eds.), *Textbook of Family Medicine (Eighth Edition)* (pp. 300-342). W.B. Saunders. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-1160-8.10019-3>
- Ohlemiller, K. K. (2004). Age-related hearing loss: the status of Schuknecht's typology. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 12(5), 439-443. <https://doi.org/10.1097/01.moo.0000134450.99615.22>
- OJ, O. N., Brett, K., & Frank, A. J. (2023). Middle Ear Barotrauma. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- Olgun Peker, H. (2020). Petröz Kemik Anatomisi ve Anterior Petrözektomi. *Türk Nöroşir Derg* 30(1), 22-30.
- Oliveira, R. J. (1997). The active earcanal. *J Am Acad Audiol*, 8(6), 401-410.
- Oosterveld, W. (1991). Current diagnostic techniques in vestibular disorders. *Acta Oto-Laryngologica*, 111(sup479), 29-34.
- Oosterveld, W. J. (1991). Current Diagnostic Techniques in Vestibular Disorders. *Acta Oto-Laryngologica*, 111(sup479), 29-34. <https://doi.org/10.3109/00016489109121146>
- Otte, J., Schunknecht, H. F., & Kerr, A. G. (1978). Ganglion cell populations in normal and pathological human cochleae. Implications for cochlear implantation. *Laryngoscope*, 88(8 Pt 1), 1231-1246. <https://doi.org/10.1288/00005537-197808000-00004>
- Oxenham, A. J. (2018). How We Hear: The Perception and Neural Coding of Sound. *Annu Rev Psychol*, 69, 27-50. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011635>

- Pallin, D. J., Espinola, J. A., & Camargo, C. A., Jr. (2014). US population aging and demand for inpatient services. *J Hosp Med*, 9(3), 193-196. <https://doi.org/10.1002/jhm.2145>
- Palva, T., Palva, A., & Kärjä, J. (1972). Fatal Meningitis in a Case of Otosclerosis Operated Upon Bilaterally. *Archives of Otolaryngology*, 96(2), 130-137. <https://doi.org/10.1001/archotol.1972.00770090204007>
- Papathanasiou, E. S., Murofushi, T., Akin, F. W., & Colebatch, J. G. (2014). International guidelines for the clinical application of cervical vestibular evoked myogenic potentials: an expert consensus report. *Clin Neurophysiol*, 125(4), 658-666. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.11.042>
- Park, S. S., & Hood, R. J. (2001). Auricular reconstruction. *Otolaryngol Clin North Am*, 34(4), 713-738, v-vi. [https://doi.org/10.1016/s0030-6665\(05\)70015-3](https://doi.org/10.1016/s0030-6665(05)70015-3)
- Patuzzi, R., & Robertson, D. (1988). Tuning in the mammalian cochlea. *Physiol Rev*, 68(4), 1009-1082. <https://doi.org/10.1152/physrev.1988.68.4.1009>
- Pauler, M., Schuknecht, H. F., & Thornton, A. R. (1986). Correlative studies of cochlear neuronal loss with speech discrimination and pure-tone thresholds. *Arch Otorhinolaryngol*, 243(3), 200-206. <https://doi.org/10.1007/bf00470622>
- Pauler, M., Schuknecht, H. F., & White, J. A. (1988). Atrophy of the stria vascularis as a cause of sensorineural hearing loss. *Laryngoscope*, 98(7), 754-759. <https://doi.org/10.1288/00005537-198807000-00014>
- Pearlman, R. C. (1982). Presbycusis: the need for a clinical definition. *The American journal of otology*, 3(3), 183-186.
- Pearson, J. D., Morrell, C. H., Gordon-Salant, S., Brant, L. J., Metter, E. J., Klein, L. L., & Fozard, J. L. (1995). Gender differences in a longitudinal study of age-associated hearing loss. *J Acoust Soc Am*, 97(2), 1196-1205. <https://doi.org/10.1121/1.412231>
- Peate, I., & Nair, M. (2014). *Hemşirelik Öğrencileri için Anatomi ve Fizyolojinin Temelleri*. Palme Yayıncılık.
- Purkait, R., & Singh, P. (2007). Anthropometry of the normal human auricle: a study of adult Indian men. *Aesthetic Plast Surg*, 31(4), 372-379. <https://doi.org/10.1007/s00266-006-0231-4>
- Purves, D., Augustine, G. J., & Fitzpatrick, D. (2001). The Otolith Organs: The Utricle and Sacculus. In D. Purves, G. J. Augustine, D. Fitzpatrick, L. C. Katz, A.-S. LaMantia, J. O. McNamara, & S. M. Williams (Eds.), *Neuroscience*. Sinauer Associates. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10792/>
- Rabbitt, R. D. (2019). Semicircular canal biomechanics in health and disease. *J Neurophysiol*, 121(3), 732-755. <https://doi.org/10.1152/jn.00708.2018>
- Rebol, J. (2022). Middle Ear Anatomy. In *Otoscopy Findings* (pp. 7-14). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-03979-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-03979-9_2)
- Redstone, F., & West, J. F. (2004). The importance of postural control for feeding. *Pediatric nursing*, 30(2), 97-100.
- Riccomagno, M. M., Takada, S., & Epstein, D. J. (2005). Wnt-dependent regulation of inner ear morphogenesis is balanced by the opposing and

- supporting roles of Shh. *Genes Dev*, 19(13), 1612-1623. <https://doi.org/10.1101/gad.1303905>
- Roehm, C. E., Marino, J., & Parham, K. (2013). Presbycusis. In S. E. Kountakis (Ed.), *Encyclopedia of Otolaryngology, Head and Neck Surgery* (pp. 2191-2199). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-23499-6\\_551](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23499-6_551)
- Rosengren, S. M., Colebatch, J. G., Young, A. S., Govender, S., & Welgampola, M. S. (2019). Vestibular evoked myogenic potentials in practice: Methods, pitfalls and clinical applications. *Clin Neurophysiol Pract*, 4, 47-68. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2019.01.005>
- Rosengren, S. M., & Kingma, H. (2013). New perspectives on vestibular evoked myogenic potentials. *Current Opinion in Neurology*, 26(1). [https://journals.lww.com/co-neurology/Fulltext/2013/02000/New\\_perspectives\\_on\\_vestibular\\_evoked\\_myogenic.12.aspx](https://journals.lww.com/co-neurology/Fulltext/2013/02000/New_perspectives_on_vestibular_evoked_myogenic.12.aspx)
- Rutter, P. (2021). Ear conditions In *Community Pharmacy* (pp. 83-94). Elsevier.
- Sağlık Bakanlığı. (2010). Yaşlılık Döneminde Beş Duyu - Bölüm 6. In Y. Gökçe Kutsal, K. Biberoglu, T. Atli, & D. Aslan (Eds.), *Birinci Basamak Sağlık Hizmetlerinde Çalışan Hekimler İçin Yaşlı Sağlığı Tanı ve Tedavi Rehberi 2010* (pp. 163). Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Sakurai, R., Suzuki, H., Ogawa, S., Takahashi, M., & Fujiwara, Y. (2021). Hearing loss and increased gait variability among older adults. *Gait & Posture*, 87, 54-58.
- Saladin, K. S. (2021). *Anatomy and Physiology: The Unity and Form of Function*. Mc Graw-Hil.
- Salt, A. N., Melichar, I., & Thalmann, R. (1987). Mechanisms of endocochlear potential generation by stria vascularis. *Laryngoscope*, 97(8 Pt 1), 984-991.
- Sánchez López de Nava, A., & Lasrado, S. (2023). Physiology, Ear. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- Sander, R. (2001). Otitis externa: a practical guide to treatment and prevention. *Am Fam Physician*, 63(5), 927-936, 941-922.
- Schilder, A. G., Bhutta, M. F., Butler, C. C., Holy, C., Levine, L. H., Kvaerner, K. J., Norman, G., Pennings, R. J., Poe, D., Silvola, J. T., Sudhoff, H., & Lund, V. J. (2015). Eustachian tube dysfunction: consensus statement on definition, types, clinical presentation and diagnosis. *Clin Otolaryngol*, 40(5), 407-411. <https://doi.org/10.1111/coa.12475>
- Schuknecht, H. F., & Gacek, M. R. (1993). Cochlear pathology in presbycusis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 102(1 Pt 2), 1-16. <https://doi.org/10.1177/00034894931020s101>
- Searight, F. T., Singh, R., & Peterson, D. C. (2023). Otitis Media With Effusion. In *StatPearls*. StatPearls Publishing

- Seikel, A. J., King, D. W., & Drumright, D. G. (2010). Anatomy of Hearing. In *Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing* (pp. 447-478). Delmar, Cengage Learning.
- Sforza, C., Grandi, G., Binelli, M., Tommasi, D. G., Rosati, R., & Ferrario, V. F. (2009). Age- and sex-related changes in the normal human ear. *Forensic Sci Int*, 187(1-3), 110.e111-117. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.02.019>
- Sha, S. H., & Schacht, J. (1999). Salicylate attenuates gentamicin-induced ototoxicity. *Lab Invest*, 79(7), 807-813.
- Shaw, E. A. (1974). Transformation of sound pressure level from the free field to the eardrum in the horizontal plane. *J Acoust Soc Am*, 56(6), 1848-1861. <https://doi.org/10.1121/1.1903522>
- Sousa, C. S., Castro Júnior, N., Larsson, E. J., & Ching, T. H. (2009). Risk factors for presbycusis in a socio-economic middle-class sample. *Braz J Otorhinolaryngol*, 75(4), 530-536. [https://doi.org/10.1016/s1808-8694\(15\)30492-4](https://doi.org/10.1016/s1808-8694(15)30492-4)
- Stach, B. A., & Ramachandran, V. (2021). Hearing Aid Amplification In P. W. Flint (Ed.), *Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery* (pp. 2455-2465.e2452). Elsevier.
- Stott, D. J., Langhorne, P., & Knight, P. V. (2008). Multidisciplinary care for elderly people in the community. *Lancet*, 371(9614), 699-700. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(08\)60317-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(08)60317-7)
- Straumann, D. (2016). Chapter 7 - Bedside examination. In J. M. Furman & T. Lempert (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 137, pp. 91-101). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63437-5.00007-8>
- Suga, F., & Lindsay, J. R. (1976). Histopathological observations of presbycusis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 85(2 pt.1), 169-184. <https://doi.org/10.1177/000348947608500201>
- Sundar, P. S., Chowdhury, C., & Kamarthi, S. (2021). Evaluation of Human Ear Anatomy and Functionality by Axiomatic Design. *Biomimetics*, 6(2), 31. <https://www.mdpi.com/2313-7673/6/2/31>
- Szymanski, A., & Agarwal, A. (2022). *Anatomy, Head and Neck, Ear Eustachian Tube*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482338/>
- Şahin, F., Büyükavci, R., Sağ, S., Doğu, B., & Kuran, B. (2013). Reliability and validity of the Turkish version of the berg balance scale in patients with stroke.
- Takemori, S., Ida, M., & Umezu, H. (1985). Vestibular training after sudden loss of vestibular functions. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 47(2), 76-83. <https://doi.org/10.1159/000275748>
- Timiras, P. S. (2007). *Physiological basis of aging and geriatrics*. Informa Healthcare.
- Tolleth, H. (1978). Artistic anatomy, dimensions, and proportions of the external ear. *Clin Plast Surg*, 5(3), 337-345.
- Tollin, D. J., Ruhland, J. L., & Yin, T. C. (2009). The vestibulo-auricular reflex. *J Neurophysiol*, 101(3), 1258-1266. <https://doi.org/10.1152/jn.90977.2008>

- Turner, J. S. (1990). The Ear and Auditory System (Chapter 126). In H. K. Walker, W. D. Hall, & J. W. Hurst (Eds.), *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. Butterworths. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK231/>
- TÜİK. (2023). *İstatistiklerle Yaşlılar, 2022*. TÜİK. Retrieved 06.06.2023 from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Yaslılar-2022-49667>
- Uy, J., & Forciea, M. A. (2013). In the clinic. Hearing loss. *Ann Intern Med*, 158(7), ITC4-1; quiz ITC4-16. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-158-7-201304020-01004>
- Vaisbuch, Y., & Santa Maria, P. L. (2018). Age-related hearing loss: innovations in hearing augmentation. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 51(4), 705-723.
- van Rooij, J. C., & Plomp, R. (1990). Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. II: Multivariate analyses. *J Acoust Soc Am*, 88(6), 2611-2624. <https://doi.org/10.1121/1.399981>
- Waldman, S. D. (2009). CHAPTER 9 - The Vestibulocochlear Nerve—Cranial Nerve VIII. In S. D. Waldman (Ed.), *Pain Review* (pp. 22-25). W.B. Saunders. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-5893-9.00009-5>
- Walker, M. (2014). Vestibular System. In M. J. Aminoff & R. B. Daroff (Eds.), *Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second Edition)* (pp. 647-656). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385157-4.01185-4>
- Wareing, M. J., & Warner, E. (2023). Ear, nose and throat In M. Glynn & W. M. Drake (Eds.), *Hutchison's Clinical Methods: An integrated approach to clinical practice* (pp. 463-489). Elsevier.
- Webb, W. G. (2017). 5 - Neurosensory Organization. In W. G. Webb (Ed.), *Neurology for the Speech-Language Pathologist (Sixth Edition)* (pp. 93-109). Mosby. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-10027-4.00005-1>
- Whitbourne, S. K. (1998). 7.01 - Physiological Aspects of Aging: Relation to Identity and Clinical Implications. In A. S. Bellack & M. Hersen (Eds.), *Comprehensive Clinical Psychology* (pp. 1-24). Pergamon. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0080-4270\(73\)00020-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0080-4270(73)00020-1)
- White, H. J., Helwany, M., Biknevicius, A. R., & Peterson, D. C. (2023). Anatomy, Head and Neck, Ear Organ of Corti. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- WHO. (2008). *WHO global report on falls prevention in older age*. World Health Organization.
- WHO. (2015). *World report on ageing and health*. World Health Organization.
- WHO. (2021). *The World Report on Hearing (WRH)*. W. H. Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481>
- WHO. (2022). *Ageing and health*. WHO. Retrieved 08.06.2023 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Willott, J. F. (2009). Effects of sex, gonadal hormones, and augmented acoustic environments on sensorineural hearing loss and the central auditory

- system: insights from research on C57BL/6J mice. *Hear Res*, 252(1-2), 89-99. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2008.12.002>
- Wongsuwan, K. (2011). Accessory auricle: A case report and review of the literature. *Journal of Medicine and Health Sciences*, 18(3), 190-195.
- Wright, A., Davis, A., Bredberg, G., Ulehlova, L., & Spencer, H. (1987). Hair cell distributions in the normal human cochlea. *Acta Otolaryngol Suppl*, 444, 1-48.
- Wright, C. G. (1997). Development of the human external ear. *J Am Acad Audiol*, 8(6), 379-382.
- Xu, M., Zhao, F., Chen, Y., & Zhu, X. (2022). The "Hand as Foot" teaching method in anatomy of the inner ear. *Asian Journal of Surgery*, 45(11), 2451-2452. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2022.05.095>
- Yiğit, Ö., Avcı, N. B., & Aksoy, S. (2022). Geriatrik Bireylerde İşitme Kaybı ve Denge Becerilerinin İncelenmesi: Retrospektif Çalışma. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 9(2), 387-402.
- Yildirim-Baylan, M., Cureoglu, S., & Paparella, M. M. (2012). Temporal Bone Histopathology Case of the Month: Langerhans' Cell Histiocytosis of the Temporal Bone. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, 33(2).
- Yonguç, G. N. (2018). Aksesuar foramen transversarium. Accessory transverse foramen. *Pamukkale Tıp Dergisi*, 11(3), 203-207.
- Yoshioka, T., & Sakakibara, M. (2013). Physical aspects of sensory transduction on seeing, hearing and smelling. *Biophysics (Nagoya-shi)*, 9, 183-191. <https://doi.org/10.2142/biophysics.9.183>
- Yu, J.-F., Lee, K.-C., Wang, R.-H., Chen, Y.-S., Fan, C.-C., Peng, Y.-C., Tu, T.-H., Chen, C.-I., & Lin, K.-Y. (2015). Anthropometry of external auditory canal by non-contactable measurement. *Applied Ergonomics*, 50, 50-55. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.01.008>
- Yu, J. F., Lee, K. C., Wang, R. H., Chen, Y. S., Fan, C. C., Peng, Y. C., Tu, T. H., Chen, C. I., & Lin, K. Y. (2015). Anthropometry of external auditory canal by non-contactable measurement. *Appl Ergon*, 50, 50-55. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.01.008>
- Zalewski, C. K. (2015). Aging of the Human Vestibular System. *Semin Hear*, 36(3), 175-196. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555120>
- Zamysłowska-Szmytko, E., Politanski, P., & Jozefowicz-Korczynska, M. (2021). Dizziness Handicap Inventory in Clinical Evaluation of Dizzy Patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2210. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/5/2210>
- Zhang, M., Gomaa, N., & Ho, A. (2013). Presbycusis: A Critical Issue in Our Community. *International Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 2(4), 111-120. <https://doi.org/10.4236/ijohns.2013.24025>
- Zhou, G., Dargie, J., Dornan, B., & Whittemore, K. (2014). Clinical Uses of Cervical Vestibular-Evoked Myogenic Potential Testing in Pediatric Patients. *Medicine*, 93(4). [https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2014/07010/Clinical\\_Uses\\_of\\_Cervical\\_Vestibular\\_Evoke.d.3.aspx](https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2014/07010/Clinical_Uses_of_Cervical_Vestibular_Evoke.d.3.aspx)

- Zopf, D. A., Knecht, E., & Kim, J. (2021). 18 - Microtia Reconstruction. In M. M. Lesperance (Ed.), *Cummings Pediatric Otolaryngology (Second Edition)* (pp. 249-258). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-69618-0.00018-4>
- Zwaardemaker, H. (1891). Der Verlust an hohen Tönen mit zunehmendem Alter: ein neues Gesetz. *Archiv für Ohrenheilkunde*, 32(1), 53-56.

### EK-3. Denge / Baş Dönmesi Engel Ölçeği

Daha önce geçirdi mi?  
Ne zamandır var?  
Toplam kaç atak geçirdi?

BPPV:  
VAS:

|                                                                                                 |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>DIZZINESS HANDICAP INVENTORY (DHI)</b><br><b>DENGE/BAŞDÖNMESİ ENGEL ÖLÇEĞİ (DEÖ)</b><br>TEL: | <b>Adı, Soyadı:</b>  |
|                                                                                                 | <b>Doğum Yılı:</b>   |
|                                                                                                 | <b>Anket Tarihi:</b> |

**Açıklama:** Bu ölçeğin amacı, baş dönmesi / dengesizliğinizin neden olabileceği sorunların derecesinin saptanmasına yardımcı olmaktır. Her soru için 'Evet', 'Hayır' ve 'Bazen' yanıtlarından birini işaretleyiniz.

| SORULAR             |                                                                                                                     | YANITLAR |       |       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|
| 1                   | Yukarıya bakmak probleminizi etkiliyor mu?                                                                          | Evet     | Hayır | Bazen |
| 2                   | Probleminiz nedeni ile kendinizi huzursuz hissediyor musunuz?                                                       | Evet     | Hayır | Bazen |
| 3                   | Probleminiz nedeni ile iş veya seyahat aktivitelerinizi kısıtlıyor musunuz?                                         | Evet     | Hayır | Bazen |
| 4                   | Büyük alışveriş merkezlerinde dolaşmak probleminizi artırıyor mu?                                                   | Evet     | Hayır | Bazen |
| 5                   | Probleminizden ötürü yatağa yatarken veya kalkarken zorlanıyor musunuz?                                             | Evet     | Hayır | Bazen |
| 6                   | Probleminiz nedeni ile yemeğe gitmek, sinemaya veya partiye gitmek gibi sosyal aktivitelerinizi kısıtlıyor musunuz? | Evet     | Hayır | Bazen |
| 7                   | Probleminiz nedeni ile okumakta zorlanıyor musunuz?                                                                 | Evet     | Hayır | Bazen |
| 8                   | Dans, spor, ev işleri( süpürme,bulaşıkları toparlama) şikayetlerinizi artırıyor mu?                                 | Evet     | Hayır | Bazen |
| 9                   | Probleminiz nedeni ile yanınızda birisi olmadan dışarı çıkmaya çekiniyor musunuz?                                   | Evet     | Hayır | Bazen |
| 10                  | Probleminiz nedeni ile başkaları karşısında kendinizi rahatsız hissediyor musunuz?                                  | Evet     | Hayır | Bazen |
| 11                  | Başınızın ani hareketleri şikayetinizi artırıyor mu?                                                                | Evet     | Hayır | Bazen |
| 12                  | Probleminiz nedeni ile yüksek yerlerde bulunmaktan kaçınıyor musunuz?                                               | Evet     | Hayır | Bazen |
| 13                  | Yatak içinde dönmek, probleminizi artırıyor mu?                                                                     | Evet     | Hayır | Bazen |
| 14                  | Probleminiz nedeni ile yorucu ev/ bahçe işleri yapmak zor geliyor mu?                                               | Evet     | Hayır | Bazen |
| 15                  | Probleminiz nedeni ile insanların sizin zehirlenmiş olabileceğinizi düşünmelerinden endişe ediyor musunuz?          | Evet     | Hayır | Bazen |
| 16                  | Probleminiz nedeni ile tek başınıza yürüyüşe çıkmak zor geliyor mu?                                                 | Evet     | Hayır | Bazen |
| 17                  | Yürüyüş yapmak, probleminizi artırıyor mu?                                                                          | Evet     | Hayır | Bazen |
| 18                  | Probleminiz nedeni ile konsantrte olmakta zorlanıyor musunuz?                                                       | Evet     | Hayır | Bazen |
| 19                  | Probleminiz nedeni ile karanlıkta evinizin çevresinde yürümek zor mudur?                                            | Evet     | Hayır | Bazen |
| 20                  | Probleminiz nedeni ile evde tek başınıza kalmaya korkuyor musunuz?                                                  | Evet     | Hayır | Bazen |
| 21                  | Probleminiz nedeni ile kendinizi özürtlü hissediyor musunuz?                                                        | Evet     | Hayır | Bazen |
| 22                  | Probleminiz aile ve arkadaş ilişkilerinizde sıkıntı ve stres (baskı) yaratıyor mu?                                  | Evet     | Hayır | Bazen |
| 23                  | Probleminiz nedeni ile kendinizde iç sıkıntısı (depresyon) hissediyor musunuz?                                      | Evet     | Hayır | Bazen |
| 24                  | Probleminiz, ev ve işyerinizdeki sorumluluklarınızı yürütmenize engel olmakta mıdır?                                | Evet     | Hayır | Bazen |
| 25                  | Öne eğilmekle, probleminiz artmakta mıdır?                                                                          | Evet     | Hayır | Bazen |
| <b>TOPLAM PUAN:</b> |                                                                                                                     |          |       |       |

#### DEĞERLENDİRME

- ☐ 0-39 Düşük
- ☐ 40-69 Orta
- ☐ 70-100 Yüksek
- ☐ >60 Düşme riski yüksek

## EK-4. Berg Denge Ölçeği

## Berg Denge Ölçeği

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                            |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1                          | Oturma Pozisyonundayken Ayağa Kalkmak                                                                                                                                                                                                                     |                                                                            |
|                            | <b>Yönerge:</b> Lütfen ayağa kalkın. Ellerinizden destek almamaya çalışın.                                                                                                                                                                                |                                                                            |
|                            | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                | Ellerini kullanmadan ayağa kalkabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir. |
|                            | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                | Ellerini kullanarak ayağa kalkabilir.                                      |
|                            | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                | Birkaç denemeden sonra ellerini kullanarak ayağa kalkabilir.               |
|                            | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                | Ayağa kalkmak ve denge kurmak için çok az yardıma ihtiyacı vardır.         |
| <input type="checkbox"/> 0 | Ayağa kalkmak için orta düzeyde ya da çok yardıma ihtiyacı vardır.                                                                                                                                                                                        |                                                                            |
| 2                          | Desteksiz Ayakta Durmak                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |
|                            | <b>Yönerge:</b> Lütfen hiçbir yere tutunmadan iki dakika ayakta durun.                                                                                                                                                                                    |                                                                            |
|                            | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                | 2 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.                           |
|                            | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                | Gözetim altında 2 dakika ayakta durabilir.                                 |
|                            | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                | Desteksiz 30 saniye ayakta durabilir.                                      |
|                            | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                | Desteksiz 30 saniye ayakta durabilmek için birkaç denemeye ihtiyacı var.   |
| <input type="checkbox"/> 0 | Yardım almadan 30 saniye ayakta duramaz.                                                                                                                                                                                                                  |                                                                            |
| 3                          | Desteksiz Oturmak (Arkaya Yaslanmadan Oturmak) (2. Soru 4 puan işaretlenmişse soruyu atlayınız)                                                                                                                                                           |                                                                            |
|                            | <b>Yönerge:</b> Lütfen kollarınızı kavuşturarak iki dakika oturun.                                                                                                                                                                                        |                                                                            |
|                            | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                | Emniyetli bir şekilde 2 dakika oturabilir.                                 |
|                            | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                | Gözetim altında 2 dakika oturabilir.                                       |
|                            | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                | 30 saniye oturabilir.                                                      |
|                            | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                | 10 saniye oturabilir                                                       |
| <input type="checkbox"/> 0 | Desteksiz 10 saniye oturamaz.                                                                                                                                                                                                                             |                                                                            |
| 4                          | Ayaktayken Oturma Pozisyonuna Geçmek                                                                                                                                                                                                                      |                                                                            |
|                            | <b>Yönerge:</b> Lütfen oturun.                                                                                                                                                                                                                            |                                                                            |
|                            | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                | Ellerinden asgari düzeyde yardım alarak emniyetli bir şekilde oturabilir.  |
|                            | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                | Ellerinden yardım alarak kontrollü bir şekilde oturur.                     |
|                            | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                | Bacaklarıyla sandalyeden destek alarak kontrollü bir şekilde oturur.       |
|                            | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                | Kendi başına oturabilir ama kontrollü değildir.                            |
| <input type="checkbox"/> 0 | Oturmak için yardıma ihtiyacı vardır.                                                                                                                                                                                                                     |                                                                            |
| 5                          | Transfer                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                            |
|                            | <b>Yönerge:</b> Sandalyeleri transfer yapılacak şekilde göre yerleştirin. Hastaya bir kolluklu bir de kolluksuz koltuğa doğru yer değiştirmesini söyleyin. İki sandalye (biri kolluklu diğeri kolluksuz) ya da bir yatak ve bir koltuk kullanabilirsiniz. |                                                                            |
|                            | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                | Ellerini çok az kullanarak emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor.      |
|                            | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                | Emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor, ellerini kesinlikle kullanıyor. |
|                            | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                | Sözlü kılavuzlukla ve gözetimle veya gözetimsiz transfer olabiliyor.       |
|                            | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                | Yardım edecek bir kişiye gereksinimi var.                                  |
| <input type="checkbox"/> 0 | Güvende olabilmesi için yardım edecek veya gözetecek iki kişiye gereksinimi var.                                                                                                                                                                          |                                                                            |

## Berg Denge Ölçeği Sayfa - 2

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | <b>Gözler Kapalıyken Desteksiz Ayakta Durmak</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                           |
|    | <b>Yönerge:</b> Lütfen gözlerinizi kapayın ve ayakta 10 saniye hareketsiz durun.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                           |
|    | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10 saniye emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.                                                         |
|    | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Gözetim altında 10 saniye ayakta durabilir.                                                               |
|    | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3 saniye ayakta durabilir.                                                                                |
|    | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Gözlerini üç saniyeden fazla kapalı tutamaz ama ayakta sabit durabilir.                                   |
|    | <input type="checkbox"/> 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır.                                                                    |
| 7  | <b>Ayaklar Bitişikken Desteksiz Ayakta Durmak</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                           |
|    | <b>Yönerge:</b> Ayaklarınızı birleştirin ve tutunmadan ayakta durun.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                           |
|    | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.                      |
|    | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika gözetim altında ayakta durabilir                             |
|    | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kendi başına ayaklarını birleştirip 30 saniye ayakta durabilir.                                           |
|    | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama ayaklar bitişik vaziyette ancak 15 saniye ayakta durabilir. |
|    | <input type="checkbox"/> 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama bu pozisyonu 15 saniye muhafaza edemez.                     |
| 8  | <b>Ayaktayken Kollar Gergin Öne Doğru Uzanmak</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                           |
|    | <b>Yönerge:</b> Kollarınızı 90 derece kaldırın. Parmaklarınızı uzatın ve öne doğru uzanabildiğiniz kadar uzanın. [Gözetmen eller 90° iken hastanın parmak uçları hizasında bir cetvel tutar. Öne uzanırken hastanın parmakları cetvele değmemelidir. Hastanın en ileri uzanabildiği noktada parmak uçlarının kat ettiği mesafe kaydedilmelidir. Gövdenin dönmesini önlemek için, hastaya mümkünse iki kolunu da uzatmasını söyleyin]. |                                                                                                           |
|    | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Rahatça öne uzanabilir >25 cm.                                                                            |
|    | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Rahatça öne uzanabilir >12,5 cm.                                                                          |
|    | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Rahatça öne uzanabilir >5 cm.                                                                             |
|    | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Öne uzanabilir ama gözleme ihtiyacı vardır.                                                               |
|    | <input type="checkbox"/> 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Öne uzanmaya çalışırken dengesini kaybeder/dışarıdan destek gerekir.                                      |
| 9  | <b>Ayaktayken Yerden Nesne Almak</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                           |
|    | <b>Yönerge:</b> Ayağınızın hemen önünde bulunan ayakkabıyı/terliği alın.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                           |
|    | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Terliği rahatça alabilir.                                                                                 |
|    | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Terliği alabilir ama gözetim eşliğinde.                                                                   |
|    | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Terliği alamaz ama terliğe 2-5 cm kadar yaklaşabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir.                 |
|    | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Terliği alamaz, almaya çalışırken de gözetime ihtiyacı vardır.                                            |
|    | <input type="checkbox"/> 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Terliği almayı denemez/düşmemek ya da dengesini kaybetmemek için yardıma ihtiyacı vardır.                 |
| 10 | <b>Ayaktayken Sağ Ya Da Sol Omuz Üzerinden Dönerek Geriye Bakmak</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                           |
|    | <b>Yönerge:</b> Sol omzunuzun üzerinden dönerek arkanıza bakın. Aynısını sağ tarafınızda tekrar edin. [Gözetmen deneyin daha iyi bir dönüş hareketi gerçekleştirmesini sağlamak için deneyin arkasında yer alan bir nesneyi bakış noktası olarak belirleyebilir.]                                                                                                                                                                     |                                                                                                           |
|    | <input type="checkbox"/> 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Her iki vücut yanından da arkaya bakabiliyor ve ağırlık aktarımı iyi.                                     |
|    | <input type="checkbox"/> 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Sadece bir yanından arkaya bakabiliyor, diğer yandan olan bakışta denge aktarımı çok iyi değil.           |
|    | <input type="checkbox"/> 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Yanlara dönebiliyor ama dengesini koruyor.                                                                |
|    | <input type="checkbox"/> 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Dönerken gözetime gereksinimi var.                                                                        |
|    | <input type="checkbox"/> 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Dengesini kaybetmemek veya düşmemek için yardıma gereksinimi var.                                         |

## Berg Denge Ölçeği Sayfa - 3

|           |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>11</b> | 360° Dönmek                                                                           | <p><b>Yönerge:</b> Tam daire çizerek şekilde kendi etrafınızda dönün. Durun. Sonra ters yönde tam daire çizin.</p> <p><input type="checkbox"/>4 4 saniye ya da daha kısa sürede emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir.</p> <p><input type="checkbox"/>3 4 saniye ya da daha kısa sürede sadece bir tarafa doğru emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir.</p> <p><input type="checkbox"/>2 Emniyetli bir şekilde fakat yavaş bir şekilde 360 derece dönebilir.</p> <p><input type="checkbox"/>1 Yakın gözetime ya da sözlü uyarıya ihtiyacı vardır.</p> <p><input type="checkbox"/>0 Dönerken yardıma ihtiyacı vardır.</p>                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>12</b> | Desteksiz Ayakta Dururken Değişerek Bir Ayağı Yere Basamak Veya Tabureye Yerleştirmek | <p><b>Yönerge:</b> İki ayağı da sırasıyla taburenin üstüne koyun. Her iki ayak da tabureye 4 kere değene kadar harekete devam edin.</p> <p><input type="checkbox"/>4 Kendi başına emniyetli bir şekilde ayakta durabilir ve 20 saniyede 8 adımı tamamlayabilir.</p> <p><input type="checkbox"/>3 Kendi başına ayakta durabilir ve 8 adımı 20 saniyeden daha uzun bir sürede tamamlayabilir.</p> <p><input type="checkbox"/>2 Gözetim altında yardım almadan 4 adım tamamlayabilir.</p> <p><input type="checkbox"/>1 Az yardımla 2 adım tamamlayabilir.</p> <p><input type="checkbox"/>0 Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır/çaba gösteremez.</p>                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>13</b> | Bir Ayak Önde Olarak Desteksiz Ayakta Durmak                                          | <p><b>Yönerge:</b> Hastaya gösterin: Bir ayağınızı diğerinin tam önüne koyun. Bunu yapamıyorsanız, ayağınızı, topuk kısmı öteki ayağınızın başparmağı hizasına gelecek şekilde bir adım atın. (3 puan vermek için adımın mesafesi diğer ayağın uzunluğunu geçmeli ve duruşun genişliği deneyin normal yürüyüş adımıdaki genişliğe yakın olmalı.)</p> <p><input type="checkbox"/>4 Normal yürüyüş adımını bağımsız olarak atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor</p> <p><input type="checkbox"/>3 Ayağını diğerinin önüne bağımsız olarak koyabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor.</p> <p><input type="checkbox"/>2 Bağımsız olarak küçük adım atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor.</p> <p><input type="checkbox"/>1 Adım atmak için yardıma ihtiyacı var ama 15 saniye durabiliyor</p> <p><input type="checkbox"/>0 Adım atarken veya ayakta dururken yardıma ihtiyacı var.</p> |
| <b>14</b> | Tek Ayak Üstünde Durmak                                                               | <p><b>Yönerge:</b> Tek ayağın üzerinde durabildiğinizce fazla durun</p> <p><input type="checkbox"/>4 Tek ayağı üzerinde 10 saniyeden daha fazla durabiliyor.</p> <p><input type="checkbox"/>3 Tek ayağı üzerinde 5-10 saniye durabiliyor.</p> <p><input type="checkbox"/>2 Tek ayağı üzerinde 3-5 saniye durabiliyor.</p> <p><input type="checkbox"/>1 Tek ayağı üzerinde durabiliyor ancak bunu 3 devam ettiremiyor.</p> <p><input type="checkbox"/>0 Tek ayağı üzerinde duramıyor.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

### Puanlama

**0-20:** Yüksek Düşme Riski! Tekerlekli sandalye - Walker gerekli    **21-40:** Orta derecede düşme riski. Baston - Tripod gerekli    **41-56:** Düşük risk. Yardımcı araç gerekmez.

Berg KI, Wood-Dauphinee S, (1995) Scand J Rehabil Med. 1995 Mar;27(1):27-36.

**Toplam Skor (0-56):** \_\_\_\_\_